



Factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en América Latina

Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener el grado de Magíster en Dirección de Tecnologías de Información por:

Elicid Aminabad Antayhua Poma

Luis Alberto Atoche Castromonte

Iván Angel Cañari Limaymanta

Boris Víctor Gamboa Castro

Programa de la Maestría en Dirección de Tecnologías de Información, 2018-II

Lima, 19 de abril de 2021

Esta tesis

**Factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad
en vías de desarrollo en América Latina**

ha sido aprobada.



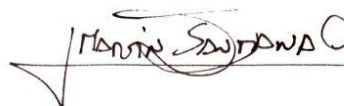
.....
Richard Moarri Nohra (Jurado)



.....
Raúl Gonzalez Punzano (Jurado)



.....
Ramón Batalla Font (Jurado)



.....
Jorge Martín Ramón Santana Ormeño (Asesor)

Universidad ESAN

A mis padres, quienes dedicaron parte de su juventud en desarrollar ese espíritu de tenacidad y amor por lo que haces. A mi esposa e hijo que acompañaron este viaje durante una época inusual.

Elicid Aminabad Antayhua Poma

A mis padres que constantemente me enseñaron a siempre buscar la superación continua y por su eterno amor. En especial a mi Padre que desde el cielo guía mis pasos cada día.

Luis Alberto Atoche Castromonte

A mis padres y a mi esposa Liz, compañera y con quien comparto parte de mi vida, por su comprensión y apoyo en los momentos difíciles. A mi hijo Liam, por otorgarme sus alegrías y cada momento especial y ser el motivo para para finalizar esta carrera, a mis suegros por su apoyo incondicional durante la maestría. En especial a mis abuelos y hermano Elmer desde el cielo guiara mis pasos cada día.

Iván Angel Cañari Limaymanta

A mi familia, que son los cimientos de mi desarrollo, que con sus enseñanzas y consejos fortalecieron mis sueños para que se hagan realidad. A Dios, por permitirme haber llegado a esta instancia en un contexto difícil.

Boris Víctor Gamboa Castro

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema de la investigación.....	2
1.3. Pregunta de la investigación.....	3
1.4. Objetivos	3
1.5. Justificación.....	3
1.6. Alcance y delimitación	4
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	6
2.1. Smart City	6
2.1.1. Condicionantes para la adopción de <i>Smart Waste Management</i>	9
2.1.2. Macrovariables de adopción de tecnologías para Smart City	13
2.1.3. Microvariables de adopción de tecnologías para Smart City	15
2.2. <i>Smart Waste Management</i>	16
2.2.1. Barreras de adopción de <i>Smart Waste Management</i>	18
2.2.2. Tópicos relacionados a la adopción de <i>Smart Waste Management</i>	21
2.3. Adopción de <i>Smart Waste Management</i>	33
2.3.1. Aspectos de adopción en ciudades	34
2.3.2. Indicadores de los aspectos de adopción.	37
2.4. Los factores de riesgo para la implementación de una solución Smart	38
2.5. Conclusiones del capítulo.....	39
CAPÍTULO III: MODELO DE INVESTIGACIÓN	42
3.1. Sistema <i>Smart Waste Management</i> propuesto.....	42
3.2. Factores para la adopción de <i>Smart Waste Management</i>	45
3.3. Partes interesadas y juicio de expertos	48
3.4. Desarrollo del modelo de investigación	51
3.5. Conclusiones del capítulo.....	56
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	57
4.1. Diseño	57
4.2. Aplicación	59
4.3. Análisis.....	63
4.4. Medición.....	65
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
5.1. Resultados de análisis descriptivo	74
5.2. Resultado del análisis de hipótesis	75
5.3. Validación y discusión de hipótesis	77
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
6.1. Conclusiones	84
6.2. Recomendaciones.....	85
6.3. Limitaciones	86

6.4. Líneas futuras	88
CAPÍTULO VII: ANEXOS	90
CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Modelo conceptual de Smart City	8
Figura II.2. Arquitectura de capas para el sistema de gestión de residuos.	18
Figura III.1. Sistema Smart Waste Management propuesto.....	44
Figura III.2. Partes interesadas de Smart Waste Management.....	48
Figura III.3. Modelo de investigación planteado	51
Figura III.4. Modelo de investigación ampliado	56
Figura IV.1. Secuencia metodológica	57
Figura IV.2. Comparación de valoraciones de los sectores por dimensión.....	71
Figura IV.3. Comparación de valoraciones de los sectores respecto a la adopción	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1. Barreras de adopción de Smart Waste Management de la literatura.....	21
Tabla II-2. Tópicos relacionados a la adopción de Smart Waste Management de la literatura.	32
Tabla II-3. Aspectos de adopción de la literatura.....	38
Tabla II-4. Factores de riesgo para adopción de soluciones Smart	39
Tabla III-1. Tópicos de los factores críticos de adopción	46
Tabla III-2. Cuantificación de los tópicos por FCA.....	46
Tabla IV-1. Valorización de las respuestas.....	59
Tabla IV-2. Cuestionario	61
Tabla IV-3. Distribución de encuestados por sector	64
Tabla IV-4. Sectores por perfil de los encuestados	64
Tabla IV-5. La confiabilidad del instrumento.....	65
Tabla IV-6. Estadísticos descriptivos de las dimensiones y adopción	66
Tabla IV-7. Valoraciones por dimensión y adopción	66
Tabla IV-8. Valoración de los tópicos por cada dimensión y adopción.....	68
Tabla IV-9. Prueba de Kolmogorov-Smirnov.....	69
Tabla IV-10. Prueba Kruskal Wallis de los sectores.....	69
Tabla IV-11. Correlación Rho de Spearman.....	73

A Dios, por guiar nuestros caminos y brindarnos las fuerzas necesarias para afrontar las constantes vicisitudes de la vida y por mantenernos con salud en el presente contexto.

A los profesores nacionales e internacionales, por las enseñanzas brindadas durante esta travesía de casi 2 años que duró la Maestría. De todos nos llevamos algo especial y sabiendo que cada momento compartido y aprendido jamás será olvidado.

Al profesor Martin Santana Ormeño, por todo el apoyo y soporte brindado durante el proceso de investigación.

A los profesionales de los ámbitos del gobierno, sector privado y académico, que contribuyeron contestando las encuestas.

Elicid Aminabad Antayhua Poma

Ingeniero Electrónico de profesión, con una experiencia amplia de 12 años en el rubro de tecnología de información y telecomunicaciones, diplomado en Administración de Empresas y Gestión de Proyectos. Enfocado en conseguir las metas estratégicas de la organización, con cualidades de liderazgo y trabajo colaborativo para asumir retos y optimizar procesos que busquen generar valor.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

COMDATAGROUP PERÚ

Es una empresa proveedora de servicios de Telecomunicaciones y gestión de procesos, especialista en el sector de Contact Center, con presencia internacional en más de 30 idiomas y más de 50,000 empleados en los 4 continentes y 22 países.

Administrador de Telefonía y CTI

Julio 2016 - Actualidad

- Gestionar la Implementación de Proyectos.
- Planificar la ejecución de actividades programadas.
- Administrar las soluciones de Voz de Comdata Group.
- Monitorear y resolver incidencias.
- Velar por la continuidad de los servicios tecnológicos.

CONVEXUS, REDES Y COMUNICACIONES

Empresa integradora de soluciones de Comunicaciones unificadas, Telefonía IP, Contact Center, Data Center, virtualización, Cloud, almacenamiento de datos, Gestión y monitoreo de infraestructura para redes de datos y voz.

Especialista de Telefonía IP, Contact Center Avaya

Octubre 2012 - Junio 2016

- Gestionar la Implementación de Proyectos.
- Gestión de Proyectos de Telefonía de grandes Clientes.
- Pre-Venta y Post-Venta de productos Avaya.
- Post-soporte de grandes clientes.
- Instalación, Administración y Troubleshooting de productos Avaya.
- Virtualización de productos Avaya sobre VMware.
- Instructor de Instalación y Administración de Avaya Aura para clientes finales.

SYSTEMS SUPPORT & SERVICES

Empresa integradora de soluciones de Comunicaciones unificadas, Telefonía IP, Contact Center, Data Center, Mesa de ayuda, Impresiones, Gestión y monitoreo de infraestructura para redes de datos y voz.

Especialista de Telefonía IP, Contact Center Avaya

Diciembre 2010 - 2012

- Gestión de Proyectos de Telefonía de grandes Clientes.
- Post-soporte de grandes clientes.
- Instalación, Administración y Troubleshooting de productos Avaya.

BANCO FALABELLA

Es uno de los proveedores de servicios financieros en Perú, que otorga servicios económicos a personas, enfocados en la entrega de préstamos y cuentas corrientes con tarjeta de crédito.

Administrador de Comunicaciones de Voz 2010

- Gestión de Proyectos de Telefonía.
- Gestión de proveedores.
- Administración de la plataforma de telefonía (Avaya, Nortel, Asterisk)
- Administración de los Conversores Celular GSM.
- Control de Activos de Telefonía.

ATENTO.SAC

Es una compañía de servicios de relación con clientes y externalización de procesos de negocio (CRM/BPO) incluyendo servicios de atención al cliente, de gestión de ventas y cobros, back office y soporte técnico.

Ingeniero de Operaciones 2006 – Diciembre 2009

- Administración de la plataforma de telefonía (Avaya, Nortel, Asterisk)
- Service Desk

FORMACIÓN PROFESIONAL

UNIVERSITAT RAMÓN LLULL – LA SALLE / UNIVERSIDAD ESAN 2018 - 2020
Maestría en Dirección de Tecnologías de la Información

TECSUP 2017
Virtualización con VMWare vSphere 7

INSTITUTO PERUANO DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS IPAE 2016
Diplomado de Administración

AVAYA 2015
Certificación de Avaya ACSS AVAYA AURA CM, SMGR, SM

DHARMA CONSULTING 2014
Certificación de Avaya ACSS AVAYA AURA CM, SMGR, SM

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO 1999 - 2004
Ingeniero Electrónico

Luis Alberto Atoche Castromonte

Profesional de Ingeniería de Computación y Sistemas, con alto conocimiento en Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones. Enfocado en el logro de los objetivos estratégicos y generación de valor de la empresa, mediante conceptos de trabajo en equipo y mejora continua. Capacidad de Liderazgo y adaptabilidad, buen dominio de inglés. Conocimientos de Cloud SCRUM, DevOps y Lean. Certificado en PMP, CAPM, Scrum Master, Product Owner.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

AVANTICA

Empresa de desarrollo de software a la medida, creativa e innovadora, flexible, estable, orientada a la satisfacción del cliente. Provee servicios y productos de alto valor agregado utilizando tecnología de punta.

Jefe de Proyectos de TI

2021 - Actualidad

- Gestionar la Implementación de Proyectos.
- Planear, monitorear y controlar la ejecución de actividades recurrentes.
- Realizar el modelamiento, mejora y control de Procesos.
- Monitorear y controlar las incidencias.
- Elaborar y presentar reportes de avance.

TSOFT

Empresa especializada en gobierno y gestión de IT, gestión de la seguridad y de la información con alto experiencia en el mercado internacional.

Jefe de Proyectos de TI

2019 - 2020

- Gestionar la Implementación de Proyectos apoyado en metodologías ágiles.
- Emitir informes de estado regularmente.
- Mejorar procesos de negocio que apoyen el desarrollo de proyectos Tecnológicos.

HUAWEI DEL PERÚ

Empresa tecnológica multinacional china. Proporciona equipos de telecomunicaciones y vende electrónica de consumo, teléfonos inteligentes. Su sede se ubica en la ciudad de Shenzhen.

Líder de Soporte y Mantenimiento de Plataformas

2017 - 2018

- Gestionar la Implementación de Proyectos.
- Planear, monitorear y controlar la ejecución de actividades de mantenimiento recurrente.
- Análisis de Riesgos y Puntos de dolor de Servicios IT.
- Realizar el modelamiento y mejora de Procesos.
- Monitorear y controlar las incidencias.
- Efectuar reportes estadísticos de avance y análisis de indicadores KPIs.

Ingeniero de Soluciones de Valor Agregado

2014 - 2017

- Implementar proyectos.
- Integración con Plataformas externas basado en APIs (SOAP/REST).

- Configuración y soporte de soluciones & plataformas.
- Responsable del proyecto FULL STACK-SCP para Movistar.

GMC SOFT

Empresa peruana especialista en desarrollar soluciones tecnológicas para operadores móviles y otras industrias que generan gran volumen transaccional.

Ingeniero de Soluciones

2013

- Configuraciones de la plataforma OCS Datos.
- Líder técnico de soporte OCS VOZ (VPN y ATP)
- Elaboración de reportes Oracle AD-HOC para el cliente.
- Coordinación con áreas del cliente (Movistar) ingeniería (voz y datos), marketing y planificación.

GBS

Empresa especializada en la provisión de soluciones tecnológicas y servicios de valor añadido para la Transformación Digital de compañías a través de la innovación tecnológica.

Ingeniero de Soporte Oracle

2012

- Implementación soluciones de Oracle.
- Encargado del Soporte Networking.
- Ejecución de Instalación e Implementación de soluciones.
- Despliegue de ambientes virtuales.

NEXOBY

Nexoby es un proveedor líder de comunicaciones unificadas como servicio ("UCaaS") y servicios administrados, que ofrece una cartera de soluciones basadas en la nube para el mercado de las pequeñas y medianas empresas.

Jefe de Área Soporte Helpdesk-VOIP

2007 - 2011

- Controlar los requerimientos de Soporte al Cliente.
- Gestionar al Equipo de Helpdesk.
- Elaborar reportes y presentación de puntos clave de desarrollo para el cliente interno.

FORMACIÓN PROFESIONAL

THE WHARTON SCHOOL

2020

Programa especializado en Business Analytics

UNIVERSITAT RAMÓN LLULL – LA SALLE / UNIVERSIDAD ESAN 2018 - 2020

Maestría en Dirección de Tecnologías de la Información

UNIVERSIDAD UPC

2018

Programa de Especialización en Gestión de las Telecomunicaciones

ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS

2013

Diplomado Internacional en Dirección y Gestión de Proyectos

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES (USMP)

2004 - 2010

Ingeniería de Sistemas

Ivan Angel Cañari Limaymanta

Ingeniero Electrónico especializado en Infraestructura de Tecnologías de la Información, con más de 12 años de experiencia en la gestión de infraestructura y soporte a los servicios de la operación en el ámbito de las Telecomunicaciones. Con un alto conocimiento y experiencia en equipos de infraestructura de TI, optimización de procesos y servicios de la operación, habilidades de integración y adaptable al constante cambio.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

ENTEL PERÚ

Entel Perú forma parte del grupo Entel Chile, es una empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones, datos y banda ancha fija inalámbrica con tecnología fija, también roaming internacional y mensajes de textos masivos, como servicios adicionales se brinda geolocalización, el servicio YASTA para la emisión de facturas de PYMES, ROLBOX para la gestión parámetros de activos o personas.

Consultor Senior IFT y SYSOPS

Junio 2020 - Actualidad

- Administrar la infraestructura TI de Entel Perú y Chile.
- Incluir en el Monitoreo la Infraestructura TI Entel.
- Gestionar el reemplazo de partes afectadas de la Infraestructura.
- Gestionar proyectos relacionados a Infraestructura.
- Coordinar y planificar la ejecución de actividades programadas con proveedores.
- Atención y resolución de incidencias.
- Asegurar la continuidad de los servicios.
- Administrar la granja de servidores Core de Entel Perú y Chile.

Supervisor de operaciones TI de Infraestructura

2018 – 2020

Lidere el equipo de infraestructura Base de datos, Unix, Middleware y Microsoft, en el soporte de los servicios de operación.

- Revisar los contratos con proveedores.
- Cumplir con los SLA planteado.
- Gestión de proyectos relacionados con Infraestructura.
- Soporte posterior a la implementación de Proyectos.
- Supervisar y gestionar al equipo Base de datos en la operación.
- Supervisar y gestionar al equipo de Middleware en la operación.
- Supervisar y gestionar al equipo de Windows en la operación.
- Supervisión y administración de la plataforma de almacenamiento TI.
- Revisión de contratos de licencia de Sistemas Operativos.
- Gestionar CAPEX y OPEX de Infraestructura.
- Asegurar el backup de servidores y Base de datos.

Coordinador de servidores y Sistema UNIX

2013 – 2018

- Coordinar la operatividad de la plataforma Linux y Unix de Operaciones.
- Coordinar y gestionar los proyectos relacionados a infraestructura TI.
- Asegurar la operatividad de la operación TI.
- Asegurar el monitoreo de toda la infraestructura TI Entel.
- Administración de la plataforma de almacenamiento TI.

HEWLETT PACKARD COMPANY

Hewlett Packard es una compañía americana reconocida como una empresa sostenible en el mundo, se encuentra en el rubro de venta de equipos de cómputo, impresoras, servidores, almacenamiento y equipos para networking, también proveen el servicio de gestión de infraestructura TI y Data center.

ITO Service Delivery Consulting I

2010 – 2013

- Gestionar la Infraestructura de TI Nextel.
- Gestionar con los proveedores el reemplazo de equipos dañados.
- Administración de la toda plataforma Unix y Linux de Nextel.
- Administración de la plataforma VMWare.
- Administrar y gestionar control de activos de la Infraestructura Nextel.
- Gestionar los sistemas de almacenamiento (storage).

NEXTEL PERU

Fue una compañía de servicios de telecomunicaciones americana, que brindaba servicios de telefonía y radio (push to talk), enfocado en clientes de corporativos, el cual fue adquirido por Entel Perú en el año 2013.

Administrador de sistemas Unix Junior PCS

2009 – 2010

- Administración de la plataforma de sistema operativo Linux y UNIX.
- Ejecutar el reemplazo de las partes dañadas en la infraestructura.
- Aprovisionamiento de equipos de almacenamiento.
- Administración de Backup de la base de datos.
- Monitoreo de los servidores de TI.

FORMACIÓN PROFESIONAL

UNIVERSITAT RAMÓN LLULL – LA SALLE / UNIVERSIDAD ESAN 2018 - 2020
Maestría en Dirección de Tecnologías de la Información

SCRUM 2017
Scrum Fundamentals Certified

ITIL 2015
Certificación de ITIL FUNDATION

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS 1994 – 1999
Ingeniería Electrónica

OTROS ESTUDIOS

PERU 8MIL 2019
Liderazgo 360

TECSUP 2013
Diseño de Infraestructura para Data Center

Boris Víctor Gamboa Castro

Ingeniero Electrónico colegiado con amplia experiencia de más de 10 años en soluciones tecnológicas para procesos automatizados de los sectores de distribución eléctrica, producción/distribución de agua potable y facilities de centro de datos, desde la ingeniería, implementación, gestión y mantenimiento de las plataformas tecnológicas. Con conocimientos en mantenimiento eléctrico y electrónico de sistemas automatizados en la industria, Plataformas SCADA, telemetría y networking. Capacidad para el trabajo interdisciplinario y liderazgo. Certificado en PRINCE2 Foundation, ISO/IEC 27001 Foundation, ITIL Foundation y Agile Scrum Master.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima)

Es una empresa estatal de derecho privado, la cual es íntegramente de propiedad del Estado a través del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE). La actividad económica de SEDAPAL es la captación, potabilización y distribución de agua para uso doméstico, industrial y comercial, servicio de alcantarillado sanitario y pluvial, servicio de disposición sanitaria de excretas, sistema de letrinas y fosas sépticas, así como acciones de protección del medio ambiente

Técnico en SCADA

Octubre 2015 - Actualidad

Administración de la plataforma SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) para la operación de los procesos de producción y distribución de agua potable para Lima y Callao.

- Garantizar la disponibilidad al 99% de los servicios SCADA: Rebombeo, Metropolitano, Lima Norte I, Planta la Atarjea y Planta Huachipa.
- Atención, operación, monitoreo y seguimiento de incidencias dentro del SLA (nivel de servicio) establecido en los SCADAs: Rebombeo, Metropolitano, Lima Norte I, Planta La Atarjea y Planta Huachipa.
- Implementación, desarrollo y pruebas de requerimientos de las áreas operativas en los SCADAs: Rebombeo, Metropolitano, Lima Norte I y Planta Huachipa.
- Mantenimiento en los softwares SCADAs de producción y distribución de agua potable: Survalent, Infoplus 7.1, Infoplus 7.3 y Oasys, y servidores de la plataforma SCADA.
- Elaboración de instructivos y procedimientos de operación nivel usuario y servicios en la plataforma SCADA.
- Desarrollo de mejoras en los sistemas SCADAs.
- Atención de incidencias dentro del SLA establecido en los sistemas de visualización videowall: Proceso de distribución primaria y bombeo de agua potable.

ALITECNO SAC

Empresa dedicada a la importación y comercialización de productos, insumos, empaques y maquinaria para la industria alimentaria, contando con los más altos estándares de calidad.

Coordinador de Servicio Técnico

Marzo 2015 - Agosto 2015

Lideré un equipo de servicio técnico para los procesos de atención de clientes y empresas que cuentan con maquinarias del sector alimentario. Gestión de mantenimiento de

maquinarias y planta de producción de insumos de Alitecno SAC.

- Mantenimiento eléctrico, electrónico y mecánico de maquinarias para procesos de alimentos.
- Gestión del mantenimiento de la planta de producción y clientes externos.
- Supervisión del personal técnico, registro de actividades y elaboración de informes.
- Trazabilidad y gestión de compras nacionales e internacionales para el stock de repuestos para el mantenimiento.
- Conocimientos en costos, programación de actividades, presupuestos y Valorizaciones.
- Manejo de ERP: DatCorp, módulos: servicio, facturación, compras e inventario, lo que implica el área.

PROCETRADI SAC

Empresa de ingeniería con experiencia en consultoría, implementación y supervisión de proyectos tecnológicos en el sector eléctrico, minería, agua y saneamiento, telecomunicaciones y gran industria. Especializada en brindar soluciones tecnológicas ideales para la gestión de procesos críticos, ofreciendo respuestas flexibles e innovadoras.

Especialista de Sistemas SCADA, Integración de IEDs y Sistemas Mayo 2012 - Agosto 2014

Especialista e ingeniero de proyectos de soluciones SCADA, con responsabilidad técnica de que la solución sea orientada al cliente dentro del marco del contrato o servicio.

- Integración de IED (dispositivos electrónicos inteligentes) al Sistema SCADA Survalent.
- Elaboración de Ingeniería básica, de detalle y de protocolos SAT.
- Integración de PLC en protocolos de comunicación y desarrollo de interface gráfica.
- Soporte y Mantenimiento de Sistema SCADA y de reportes.
- Instalación de redes y servidores informáticos.
- Ejecución de Pruebas SAT.
- Gestión de proyectos y servicios.
- Elaboración de Expedientes Técnicos y Propuestas Económicas para proyectos de distribución de agua potable.

PROPLAST BARRERA SAC

Empresa líder en la fabricación de bolsas de polietileno en alta y baja densidad, polipropileno, pvc y laminado; para el comercio y la industria.

Asistente de Ingeniería de Mantenimiento Electrónico Agosto 2011 - Mayo 2012

Ingeniero de mantenimiento para toda la maquinaria de las plantas de producción.

- Mantenimiento de máquinas extrusoras, sellado e impresión.
- Elaboración y gestión del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de la planta.
- Supervisión del área técnica.
- Recepción, instalación y pruebas de máquinas industriales.

SOCIEDAD INDUCONTROL INGENIEROS SAC

Empresa con más de 20 años en el mercado que ofrece soluciones en instrumentación Industrial, hardware especializado para adquisición y control de datos, asesoría, planificación e implementación de proyectos relacionados con la Automatización Industrial y el desarrollo de sistemas SCADA.

Asistente de Proyectos de Ingeniería

Febrero 2011 - Marzo 2011

Especialista en soluciones del software SCADA Labview. Desarrollo de pruebas en laboratorio de requerimientos para los proyectos.

- Integración de datos eléctricos y mecánicos al Sistema SCADA BMS BCP – La Molina (Data Center).
- Monitoreo remoto y mantenimiento de RTUs de subestaciones Cercado de Lima CAM Perú.

FORMACIÓN PROFESIONAL

UNIVERSITAT RAMÓN LLULL – LA SALLE / UNIVERSIDAD ESAN 2018 - 2020
Maestría en Dirección de Tecnologías de la Información

PM CERTIFICA 2015 - 2016
Diplomado en Dirección de Proyectos

TECSUP 2013 - 2016
Programa de Alta Especialización Profesional:
Instrumentación y Control Industrial

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS 2005 - 2010
Ingeniería Electrónica

OTROS ESTUDIOS

PMC - TRAINING AND CONSULTING SERVICES, certificaciones:

- Agile Scrum Master. 2019
- Information Security Foundation based on ISO/IEC 27001. 2019
- PRINCE2® Foundation Certificate in Project Management. 2018
- ITIL® Foundation Certificate in IT Service Management. 2018

ASOCIACION CULTURAL PERUANO BRITANICA Ingles Avanzado 2016 - 2018

EMPRESA SCHNEIDER ELECTRIC PERU 2016

- Wonderware Application Server 2014 R2.
- Wonderware InTouch 2014 R2.

CIBERTEC: 2016

- Modelamiento de datos SQL Server 2012.
- Administración de base de datos SQL Server 2012.

ISIL TECH: Cisco Certified Associated – CCNA Exploration V4 2013

RESUMEN EJECUTIVO

Grado: Magíster en Dirección de Tecnologías de Información

Título de las tesis: Factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en América Latina.

Autor(es): Antayhua Poma, Elicid Aminabad
Atoche Castromonte, Luis Alberto
Cañari Limaymanta, Iván Angel
Gamboa Castro, Boris Víctor

Resumen:

Hoy en día, la gestión de residuos en una ciudad se ha convertido en un aspecto importante ya que se evidencia un crecimiento poblacional, lo que conlleva a que los residuos se dupliquen en una década. Ante esta amenaza ambiental que impacta directamente en la vida urbana del ciudadano, ha surgido el enfoque en donde el uso de la tecnología de la información aplicada en la gestión de residuos, *Smart Waste Management*, es una solución viable y orientada al ciudadano. En el contexto de Europa, Asia, Norteamérica y algunas ciudades de Latinoamérica se ha implementado el servicio de *Smart Waste Management* con resultados exitosos, pero en contraposición, en las ciudades en vías de desarrollo de la región de América Latina aún no se han implementado este tipo de solución de gestión de residuos con tecnología.

La literatura evidencia que existen factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management*, estos pueden contribuir al desarrollo de este servicio y que las ciudades en vías de desarrollo son nichos potenciales para su adopción y por ende solucionar su problema de gestión de residuos. El modelo propuesto contiene factores críticos que son Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología.

La presente tesis de investigación tiene como objetivo identificar y medir los Factores Críticos para la Adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo

en América Latina. Para la implementación del instrumento de medición, se elaboró el cuestionario usando como base la literatura recopilada, la cual fue refinada en un *Face Validity* en entrevistas con diferentes expertos del contexto peruano de diferentes sectores involucrados, como producto se obtuvo el cuestionario final, que consta de treinta y ocho preguntas con calificación en escala de Likert. Dado la coyuntura actual, el cuestionario fue difundido por medios digitales para que sean respondidos por diferentes personas de los ámbitos de gobierno, industrial y académico.

El modelo de investigación planteado tiene dos (02) constructos, uno que son los Factores Críticos (Gubernamental, Socioeconómica, Ambiental y Tecnología) que es la variable independiente y otro constructo que es la Adopción de *Smart Waste Management* que es la variable dependiente. La relación de las variables genera una (01) Hipótesis General que son soportadas por cuatro (04) subhipótesis, una por cada Factor Crítico.

El juicio de valor para el caso peruano está compuesto por 85 encuestas válidas que pertenecen a los sectores de tecnologías de información y comunicaciones (TIC), gobierno, ambiental y otros. Las cuales fueron procesadas con el software SPSS y Microsoft Excel para el análisis estadístico correspondiente.

Con las encuestas recolectadas, se extrajo los datos para elaborar diferentes paneles, donde las dimensiones del modelo (Factores Críticos) y la adopción de *Smart Waste Management* tiene una valoración promedio entre 4.14 y 4.22 puntos lo que indica que la valoración está orientada en la escala a “De Acuerdo” respecto a las dimensiones y la adopción anteriormente citadas.

La metodología de investigación contempla un análisis de confiabilidad para validar el instrumento, lo cual resultó cierto; un análisis de descriptivo para tener un panorama general de los datos que se habían recolectado y lo que incluía una evaluación de la diferencia significativa de los juicios de valor de los entrevistados por sector respecto al Factor Crítico o Adopción, a lo que el p-valor de cada dimensión es mayor a 0.05, por lo que significa que el juicio de valor de los entrevistados de los diferentes ámbitos (TIC, gobierno, ambiental y otros sectores) agrupados no tienen diferencia significativa respecto a cada uno de los Factores Críticos para la adopción de *Smart Waste Management*. Finalmente, en el análisis correlacional, se valida la correlación

significativa y positiva de cada uno de los Factores críticos (Gubernamental, Socioeconómica, Ambiental y Tecnología) respecto a la Adopción de *Smart Waste Management*.

Las valoraciones en las encuestas en promedio se encuentran en la escala “De acuerdo” y “Totalmente De Acuerdo”, donde se evidencia aceptación de los Factores críticos y la Adopción de *Smart Waste Management*. En términos generales, se validan la hipótesis general y las cuatro (04) subhipótesis, una por cada Factor Crítico, donde los Factores Críticos (Gubernamental, Socioeconómica, Ambiental y Tecnología) tiene un impacto en la adopción de *Smart Waste Management*, siendo este significativo y positivo. Por consiguiente, se afirma que el modelo de investigación propuesto es aceptado por los expertos del ámbito peruano.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En el presente acápite se detalla los antecedentes, problemática, pregunta central, el objetivo general, como los objetivos específicos, justificación, así como también los alcances y la delimitación de la tesis.

1.1. Antecedentes

En la actualidad, la gestión de residuos en las ciudades, es un desafío latente en el aspecto ambiental en donde es necesario la sinergia de las partes interesadas (Fatimah et al., 2020) y son analizadas por los sectores académicos, gubernamental y empresarial. El enfoque que propone el *Smart Waste Management* es utilizar tecnologías como habilitadores inteligentes para que la operación de la gestión de residuos sea eficiente y sostenible, de modo que, genere estrategias de economía circular en la ciudad (Zhang et al., 2019).

Según datos de las Naciones Unidas para el 2050, dos tercios de la población mundial va a estar urbanizada y la tasa de crecimiento de población de una ciudad crece del 3 -5% anual, esto conlleva a que los residuos se dupliquen en una década (Sharm et al., 2020), lo que implica desarrollar ecosistemas sostenibles donde se implementen servicios orientados a la gestión de residuos que reduzcan las amenazas ambientales en la vida urbana. Bajo esta proyección la tecnología tiene una oportunidad para ser parte de ese conjunto de componentes que hacen posible el *Smart Waste Management*, en donde, los casos globales y regionales analizados en la presente tesis, demuestran lo beneficioso que es para el ciudadano. A nivel local, se tiene apuestas de los Gobiernos Municipales como es en Tacna y Piura, en lo que es gestión de residuos con tecnología, pero a nivel de prototipos.

Para Veselitskaya et al. (2019), los factores que impulsan el desarrollo de una Smart City se componen desde la participación ciudadana, infraestructura, tecnologías, planificación, costos de los recursos, zonificación funcional de la ciudad, financiamiento, eficiencia energética, hasta la demanda de tecnologías Green. Esto muestra varias aristas de análisis para un servicio de *Smart Waste Management* por lo que una implementación de estas características tiene considerandos o tópicos relevantes, los cuales son clasificados en dimensiones según el marco de referencia para un sistema *Smart Waste Management* planteado por Fatimah et al. (2020).

La literatura académica revisada trata las diferentes aristas de los factores críticos para la adopción del *Smart Waste Management* desde un contexto global, en cuatro continentes: Europa, Asia, África y América (Norteamérica y Brasil).

1.2. Problema de la investigación

Para exponer progresivamente el escenario de la problemática de investigación, al revisar la literatura enfocada en el tema central, se plantea tres brechas de conocimiento que serán tratadas en la presente tesis.

Los autores Veselitskaya et al. (2019); Almuraqab, N. & Jasimuddin, S. (2017), explican los factores y barreras para la adopción de servicios Smart orientados al ciudadano en sus diferentes aristas de análisis en un espacio geográfico. Por consiguiente, la primera brecha de conocimiento es reconocer y estudiar los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad.

Dada la experiencia en Brasil (M. Cobarrubia, 2018) y Colombia (Amar D, 2016), donde las soluciones de gestión de residuos con tecnología fueron viables y beneficiosas para la ciudad, se contrasta a lo presentado en las notas de prensa peruanas que solo mencionan iniciativas a nivel de prototipos, como son el caso de Tacna y Piura, y la información de la OEFA (2018), que ponen al distrito de La Victoria, una ciudad con crecimiento económico por sus conglomerados comerciales, como una de las zonas con más problemas en gestión de desechos. Ante lo citado, es importante orientar la investigación en ciudades con potencial de crecimiento. Por tanto, la segunda brecha de conocimiento es identificar los tópicos o temas relevantes asociados a los factores críticos para adoptar *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en Latinoamérica.

En el presente trabajo de investigación se encuentran diferentes factores críticos para soluciones Smart en una ciudad, como lo cita Almuraqab, N. & Jasimuddin, S. (2017), que mencionan que este tipo de soluciones orientadas al ciudadano con tecnología es importante un gobierno digital como es el caso en ciudades inteligente para los continentes de Europa, Asia y África con cita, y en esa línea otras fuentes bibliográficas soportan los tópicos relevantes a los factores críticos para la adopción. En consecuencia, la tercera brecha de conocimiento es determinar los factores críticos

para la adopción de *Smart Waste Management* en Latinoamérica.

De lo anteriormente detallado, al fundamentar las tres brechas de conocimiento, el problema de investigación del presente trabajo se especifica en la carencia de conocimiento sobre una referencia estructurada o modelo de factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad emergente de Latinoamérica.

1.3.Pregunta de la investigación

La pregunta de investigación que marcará el desarrollo de la presente tesis, es elaborada a partir de una serie de problemas de investigación y la revisión de la bibliografía.

¿Cuáles son los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo de América Latina?

1.4.Objetivos

Son listados seguidamente:

a) *Objetivo general*

- Determinar los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en América Latina.

b) *Objetivos específicos*

- Identificar los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* a partir de la revisión de literatura.
- Analizar y categorizar los tópicos relevantes a los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* propuestos por la revisión de literatura.
- Desarrollar un modelo de factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo de América Latina.
- Medir el modelo de factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* a través de encuestas orientadas a los expertos del ámbito peruano.

1.5.Justificación

La presente tesis de investigación contribuye como referencia académica ante la brecha de conocimiento que se ha encontrado en el proceso de desarrollo de la misma. La

justificación se enfoca en aportar un estudio particular en la definición de un modelo de factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management*, en una región poca estudiada como lo es en una ciudad en vías de desarrollo de América Latina

Además, brinda información referente a *Smart City* y *Smart Waste Management* como conceptos, barreras y factores para su adopción. La utilidad de esta información se manifiesta en que servirá como hito de referencia para la toma de decisiones y planeamiento estratégico para la implementación de soluciones de *Smart Waste Management*, las cuales requerirán ser evaluadas por las autoridades competentes. Adicionalmente, puede cumplir el papel como un material académico de consulta de los sectores gubernamentales y empresariales.

El método de trabajo está enfocado en determinar los factores críticos de adopción desde la revisión de literatura, casos en el contexto mundial y análisis situacional local, para luego ser analizados con el objeto de diseñar un modelo de factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management*. El modelo se valora a través de cuestionarios a expertos del ámbito, y con los datos conseguidos se cuantifica la significancia, impacto y/o la importancia de los factores críticos propuestos.

La tesis elaborada puede ser tomada como el hito inicial en un proceso de investigación y/o planeamiento para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en América Latina.

1.6. Alcance y delimitación

El alcance del estudio de la tesis se centra en el planteamiento de un modelo de factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en Latinoamérica. No obstante, la revisión de literatura muestra que son escasas las referencias para el caso de la región de Sudamérica y muy puntuales a nivel mundial.

Los trabajos académicos encontrados están relacionados con macro/micro variables de adopción de tecnología para *Smart Cities*, barreras y factores para adopción *Smart Waste Management*, así como también definiciones propiamente dichas de *Smart City* y *Smart Waste Management*. En complemento, se realiza un análisis de casos a nivel mundial, los cuales se extrapolan factores críticos (con sus respectivos tópicos) que

alimentan el modelo desarrollado en la tesis.

La presente tesis plantea los factores críticos para la adopción *Smart Waste Management* sin proponer algún fabricante tecnológico a nivel global en específico. Además, se documenta que en el Perú el desarrollo de Smart Cities, y los servicios que engloba, como es el caso de *Smart Waste Management*, aún se encuentra en fase prototipo.

El instrumento utilizado para la línea de investigación es el cuestionario para juicio de experto, ya que permite valorar la significancia de los factores críticos propuestos en el modelo.

El enfoque de la investigación es mixto, compuesto por una parte cualitativa exploratoria donde se recopila la información de la literatura y las entrevistas a los expertos de diferentes ámbitos, y otra parte cuantitativa correlacional donde se busca conocer la relación entre los Factores Críticos sustentados con sus respectivos tópicos y la Adopción de *Smart Waste Management*. Las fuentes bibliográficas pertenecen a bases de datos académicas, comunicados de prensa y fuentes relevantes al tema.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

En el presente capítulo se explica el marco teórico, que comprende las definiciones de *Smart City* y *Smart Waste Management*, así como también sus respectivas arquitecturas y servicios. En adicional a eso, se referenciaron las macrovariables y microvariables para la adopción de *Smart Cities*, y se identificaron los tópicos relacionados factores críticos de adopción y barreras para la implementación de un servicio *Smart Waste Management* a partir de trabajos de investigación científica.

2.1.Smart City

A continuación, se presentan las definiciones de *Smart City*, su arquitectura y los servicios que presenta.

a) Definición

En la actualidad, existen muchas definiciones de *Smart City*, una ciudad *Smart City* se concibe como una ciudad idealista, donde la calidad de vida de los ciudadanos es mejorada significativamente al combinar las TIC en los nuevos servicios y nuevas infraestructuras urbanas. Un proceso evolutivo de *Smart City* consiste en considerar una visión centrada en el usuario y los problemas urbanos desde la perspectiva de las necesidades de los ciudadanos e involucrar a los ciudadanos en la gestión de la ciudad. (Pieroni.A et al., 2018).

Según la definición ampliamente aceptada, las ciudades inteligentes tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, promover la economía en crecimiento y mejorar la gestión de los recursos naturales a través de la gobernanza participativa con inversión en infraestructura (redes de comunicaciones y TIC), capital humano y social. (Wang et al., 2020).

En otras palabras, el concepto de *Smart City* puede definirse como un sistema en el que el capital humano y social interactúan fuertemente, utilizando soluciones basadas en tecnología. Así mismo Dameri, R. (2013), define que

Smart City es un área geográfica bien definida, donde la tecnología como las TIC, logística, la producción de energía y ambiental cooperan, para generar beneficios para los ciudadanos en términos de bienestar, inclusión y participación, calidad ambiental, desarrollo inteligente, es gobernado por un grupo definido de ciudadanos, capaz de establecer las reglas y política para el gobierno de la ciudad y el desarrollo. (Dameri, R., 2013).

b) Arquitectura

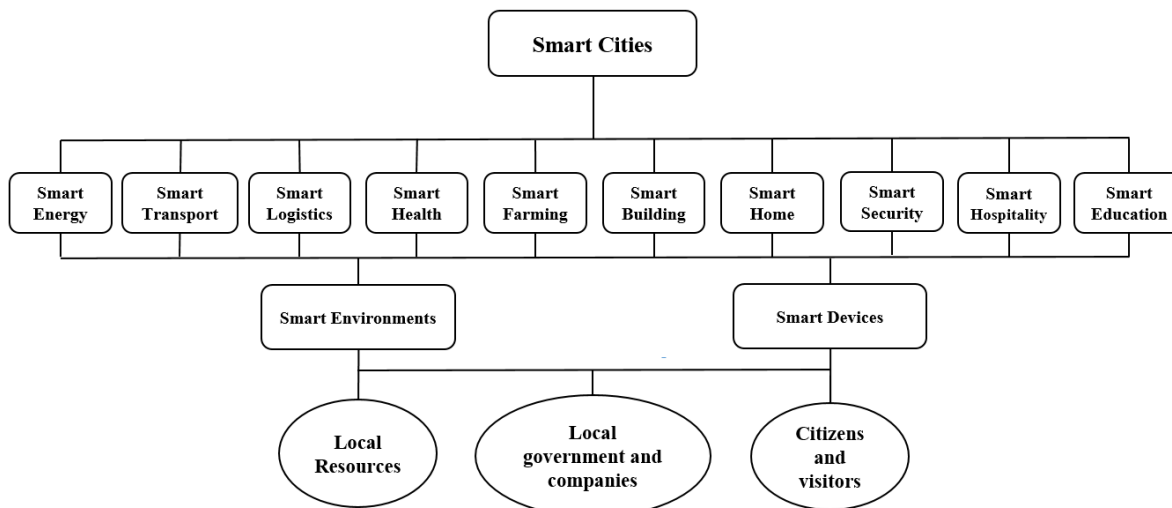
Para el concepto de una ciudad inteligente existen varios enfoques y puntos de vista, en la conceptualización se debe tener en cuenta una ciudad con buenas perspectivas y futuro. (Peñaška, M., & Velás, A. 2019). El modelo conceptual está definido en seis características:

- **Smart Economy:** se caracteriza por una mayor productividad basados en el conocimiento de la economía y la innovación, son pilares claves para el desarrollo de nuevas actividades empresariales y negocios sostenibles. Debe ir asociado con modernas tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
- **Smart Mobility:** es proporcionar un transporte seguro, sostenible y eficiente, con un sistema de transporte urbano moderno que puede confiar en la tecnología moderna. También debe dar soporte al transporte no motorizado para cuidar el medio ambiente.
- **Smart Environment:** debe ser una ciudad en desarrollo con sostenibilidad y uso inteligente de recursos, se puede utilizar elementos de gestión energética con fuentes de energías alternativas y reducción de la contaminación, enfocándose en el reciclaje.
- **Smart People:** las personas inteligentes son aquellas que disponen de acceso al conocimiento y tienen un desarrollo propio, es muy importante su participación en el desarrollo de las ciudades.
- **Smart Living:** es una característica que está relacionada con asegurar una buena calidad de vida y también puede estar conectada con el uso adecuado de tecnologías modernas.
- **Smart Governance:** la administración pública inteligente y moderna, está basada en un sistema de gestión transparente y tiene como pilar principal las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Según Lim et al., (2018), plantea un modelo conceptual de Smart City a partir de identificar 12 áreas de aplicación (Figura II.1), en donde esta estructura jerárquica de ciudades inteligentes interconectan funcionalmente a los principales actores de este ecosistema como son los recursos locales, el gobierno, las organizaciones y las personas (residentes y visitantes); y a los distintos servicios urbanos tales son Smart Energy, Smart Transport, Smart Health, entre otros. Esta interacción es posible mediante dispositivos y entornos inteligentes que permiten a las partes interesadas y a los servicios smart co-

existir co-creando valor en los servicios.

Figura II.1. Modelo conceptual de Smart City



Fuente: Lim, C., Kim, K.-J., & Maglio, P. P. (2018). Smart cities with big data: Reference models, challenges, and considerations

Según la ONTSI (2015), dentro del ámbito del Smart Environment se identifican algunos servicios que nos ayudan a avanzar hacia una ciudad Inteligente en gestión de residuos, como los siguientes:

- Energía (Smart Grid): consumo y eficiencia energética
- Agua (Smart Water): control, gestión y optimización del agua.
- Residuos (Smart Waste): control y sensorización de contenedores. Monitorización de flotas encargadas de la recolección de residuos.
- Medio Ambiente (Smart Green): monitorización de la polución, el ruido, el medio natural y perceptual, eco-edificios sostenibles

c) Servicios

En las ciudades inteligentes los servicios más notables son transporte, salud, energía, seguridad, administración de residuos y educación (Peng et al., 2016).

- Servicios de transporte inteligente: comprende como estacionamiento inteligente, vehículos móviles interconectados, autobús inteligente y semáforos inteligentes.
- Servicios de salud inteligentes: en el caso de salud los sistemas inteligentes de cuidado del hogar, sistema de monitoreo remoto para pacientes discapacitados, enfermos crónicos o ancianos, consultas remotas.
- Servicios de energía inteligente: para el control se utiliza contadores inteligentes de

electricidad, gas y agua, sistemas de seguimiento del consumo de energía en el hogar, servicios de redes inteligentes, todo un ecosistema energético descentralizado.

- Servicios inteligentes de seguridad pública: disponer de cámaras de vigilancia inteligente con alta resolución y cámaras de vídeo activadas por sensores y herramientas de análisis de vídeo.
- Servicios de gestión de edificios inteligentes: los sistemas de edificios / hogares inteligentes que utilizan sensores inalámbricos para conectar y controlar la calefacción en los hogares, el aire acondicionado, iluminación, sistemas de seguridad y otros aparatos.
- Servicios de gestión inteligente de residuos: contar con contenedores inteligentes desplegados en la ciudad, edificios comerciales y lugares públicos.
- Servicios de educación inteligente: aulas inteligentes, disponibilidad de soluciones de aprendizaje móvil, cámaras de identificación facial que incluyen sensores y capacidades de GPS para rastrear la ubicación de un estudiante dentro del campus.

Actualmente la tecnología está cada vez más asequible y disponible para que una ciudad pueda utilizarla para cubrir sus necesidades, pero el contexto de cada una de estas puede variar el grado de su adopción.

Según Araral, E. (2020), los impulsores para la adopción de las tecnologías smart por las ciudades pueden ser divididas en dos: las macro variables y las micro variables.

Otro estudio (Seunghwan et al., 2018) permite identificar los factores determinantes en el desarrollo de una Smart Cities, basados en el diagnóstico y análisis del índice de la ciudad agrupándolos jerárquicamente en internos y externos.

2.1.1. Condicionantes para la adopción de Smart Waste Management.

Las ciudades emergentes en América Latina y el Caribe crecen demográfica y económicamente por encima de la media nacional, pero en contraste se visualiza un crecimiento desordenado y poco planificado a nivel de ciudad impactando el aspecto ambiental y sumado al cambio climático las ha vuelto más vulnerable. Según la metodología de la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES) planteada por

el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) desde el 2012, como respuesta a las necesidades urbanas de la región tiene como objetivo mejorar las prácticas de planificación urbana y configurar el desarrollo en las ciudades emergentes, a lo que propone el reconocimiento de indicadores multisectoriales de sostenibilidad de diferentes aspectos de una ciudad, entre ellos figura la gestión de residuos (Terraza et al., 2016).

Graziani, P. (2016) presenta los criterios de selección para las nuevas tecnologías sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe, donde se deberían considerar parámetros como la densidad de la población, composición de los residuos sólidos, capacidad económica y financiera municipal, nivel de capacitación técnica, alianzas público-privadas y limitaciones geográficas, para los cuales las condiciones de replicabilidad de nuevas tecnologías para la gestión de residuos están enmarcadas en:

- Marco Normativo-Legal.
- Fortalecimiento institucional.
- Calidad e incertidumbre de los datos.
- Conciencia ambiental y participación ciudadana.
- Costos.
- Sostenibilidad (Ambiental, Económico y Social).

Se considera los condicionantes para la adopción de *Smart Waste Management* para una ciudad en vías de desarrollo o emergente en América Latina a estas condiciones de replicabilidad, ya que dan origen a factores críticos de adopción de este tipo de soluciones Smart en la gestión residuos, por ende, la tecnología en sí misma no es la solución sino va acompañada de un contexto de respaldo normativo, ambiental, social y económico.

1. Gubernamental

Un condicionante para que lo gubernamental es lo asociado al fortalecimiento de las instituciones y del marco Normativo-Legal donde es necesario las reformas fiscales y regulatorias para que los gobiernos de la región pueden considerar la gestión de residuos promoviendo: encaminar medidas para fomentar la participación del sector privado (gobierno como organizador de asociaciones público-privadas), fomentar proyectos tipo Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL) como medio para apoyar el desarrollo sostenible

de los países en vía de desarrollo mediante inversiones amigables con el ambiente, establecer incentivos y normas para los operadores de gestión de residuos. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] y Agencia Alemana de Cooperación Internacional y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania [BMZ], 2017)

Al aumentar cantidad de residuos generados y el impacto que causan al medio ambiente, es necesario introducir nuevas tecnologías para gestionar los residuos de manera más eficaz. La actual situación social, económica y política de los países de América Latina en general ofrece una oportunidad de acción para la implementación de nuevas tecnologías en el sector de gestión de residuos por lo que se requiere voluntad de los gobiernos e instituciones estatales con visión de implementar soluciones digitales. (Graziani, P. 2018).

2. Socioeconómico

Lo económico es importante cuando el presupuesto para la implementación de la infraestructura es limitado, como sucede en las ciudades en América Latina, más aún cuando los usuarios exigen una calidad de servicio eficiente, esto con lleve al aumento de los costos de disposiciones finales, donde favorece a elegir opciones alternativas como la recolección diferenciado, el reciclaje y aprovechamiento energético. (Graziani, P. 2018).

La participación de los ciudadanos como los recicladores son agentes de una sostenibilidad social, donde la gestión de residuos y el sistema de reciclaje son reconocidos como el valor económico, social, ambiental y organizativo. (Graziani, P. 2018).

Las condicionantes importantes desde la perspectiva económica es lo relacionado a los costos y desde lo social se evoca a la participación ciudadana, ambas perspectivas están intrínsecamente relacionadas con la sostenibilidad económico-social que se conjuga con lo ambiental, más aún cuando son temas de gestión de residuos con tecnología que son orientadas al ciudadano.

3. Ambiental

Un condicionante donde lo ambiental podría ser considerado para la gestión de residuos, es la búsqueda constante de un desarrollo sustentable.

Según Zarta Avila, P. (2018), lo sustentable contempla valores que deberían ser intrínsecos con nuestro comportamiento, el poder entender que los recursos son limitados y escasos para poder cubrir todas las necesidades humanas y su relación con los límites del crecimiento económico; la necesidad de cambiar la manera de producir, transformar y utilizar los recursos; y el satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las nuevas generaciones buscando el bienestar común. Lo descrito trae consigo un cambio de mentalidad de las personas (conciencia ambiental), que requieren una revolución cultural a nivel educativo y a nivel de valores humanos como sociedad.

Finalmente, para promover las mejoras de una gestión inteligente de residuos se debe buscar una economía viable, una gestión medioambientalmente amigable y socialmente inclusiva, donde lo sostenible se dé de manera transversal en estas 3 aristas, que son las condicionantes para introducir el factor ambiental.

4. Tecnología

Un condicionante en la que la tecnología podría ser considerada para la gestión y manejo, es que desde el punto de vista de soporte es una base para soluciones de gran envergadura, donde se busca como objetivo principal apoyar a los diferentes procesos que se presentan en la implementación, permitiendo así la optimización y eficiencia en el tiempo de despliegue.

Al aumentar la optimización de tiempos en el despliegue de la implementación de soluciones inteligente el impacto en los procesos de recojo y gestión de residuos genera una solución de mayor eficiencia y calidad de los datos generados, lo cual es fundamental para poder planificar y diseñar cualquier estrategia sostenible y efectiva en la gestión de los residuos. Contar con una calidad de datos de la línea base confiable permite tomar decisiones más precisas y adecuadas en la respectiva gestión. Actualmente en América Latina y el Caribe hay gran incertidumbre en los datos disponibles debido a que se utilizan métodos diferentes de estimación o medición dentro del mismo país, falta de capacidades de las instituciones competentes sobre la metodología de estimación y el análisis de datos.

El desarrollo de sistemas eficaces que permitan orientar la toma de decisiones en

muchos de los municipios de América Latina y el Caribe dependerá en buena parte de la disponibilidad de datos confiables sobre la generación de residuos, de las especificaciones y rendimiento de las alternativas tecnológicas, y fundamentalmente de la información sobre los costos y capacidad económica local para garantizar la sostenibilidad del sistema (Graziani, P. 2018).

2.1.2. Macrovariables de adopción de tecnologías para Smart City

Las macrovariables asociadas con Smart Cities, son las llamadas variables estructurales dentro de las que se mencionan la densidad de la población, el nivel de desarrollo económico y el desarrollo tecnológico (Neirotti P. 2014). Su análisis se basa en la relación que existe entre índice de cobertura (IC) obtenida de los proyectos que las ciudades han lanzado en distintos dominios (energía, medioambiente, cuidado y salud, transporte, waste management, educación, economía, etc.) y las características económicas, sociales, geográficas, demográficas y ambientales que afronta la ciudad.

Para Neirotti P. (2014), el desarrollo y la difusión de la tecnología siguen un camino dependiente dinámicamente. Esto implica que los sistemas y organizaciones que empezaron a invertir antes en una trayectoria tecnológica, tienen más condiciones favorables para seguir desarrollando o adoptando tecnologías emergentes pertenecientes a la misma trayectoria. Este principio también se mantiene para ciertos casos de las ciudades que adoptan las TIC que caracterizan las tendencias reales de las iniciativas de Smart City.

La difusión limitada podría reflejar una brecha digital que obstaculiza la consecución de una masa crítica de usuarios. Esto podría poner en peligro el desarrollo de una variedad de iniciativas de Smart City y restringir su valor económico y social. Las ciudades con brecha digital son menos favorables para la sostenibilidad económica a nivel local de estas iniciativas. Los países y ciudades en los que se encuentran estos sectores más desarrollados tienen más probabilidades de producir o implementar de manera efectiva aquellas tecnologías que permiten muchas iniciativas de Smart City. (Neirotti, P. 2014).

Seunghwan et al., (2018) identifican que algunos factores externos de gran impacto son el compromiso político, los stakeholders y la cuarta revolución industrial. En este

caso su análisis se basa en el índice de ciudad inteligente desarrollado por diversos investigadores, que no se dispone un estándar para analizar la ciudad inteligente.

La cuarta revolución industrial se definió como una revolución industrial de próxima generación liderada por inteligencia artificial (IA), robótica y ciencias de la vida. Es una revolución tecnológica que combina digital, biotecnología y física basada en la educación terciaria. Esta revolución llegó para resolver el paradigma de los diversos y complejos problemas urbanos. En particular, la innovación abierta dentro de las plataformas de ciudades inteligentes se centra en un enfoque descentralizado, ya que se ha hecho evidente que el conocimiento y la experiencia no se pueden encontrar únicamente dentro del gobierno, sino que se distribuyen ampliamente en varios sectores de la sociedad. La inteligencia artificial, IoT, etc. se están convirtiendo en elementos clave de las ciudades inteligentes, ya que se fusionan con las ciudades. Las ciudades en respuesta a la cuarta revolución industrial, espera resolver los problemas urbanos existentes mediante la convergencia de tecnologías TIC y desempeñar un papel clave en sostenibilidad. (Seunghwan et al., 2018).

Araral, E. (2020) tomando como referencia a Neirotti P. (2014), resume que la primera variable está relacionada a las ciudades de gran densidad poblacional pudiendo proporcionar la economía de escala necesaria que permita optimizar el funcionamiento de las infraestructuras críticas tales como agua, energía, telecomunicaciones, transporte, entre otras; y resalta cómo una ciudad pequeña puede ser atractiva para una empresa tecnológica que busca testear sus soluciones.

Como segunda variable que se suma es el nivel de desarrollo económico de la ciudad, debido a que la adopción de las tecnologías requiere de un financiamiento significativo, añadiendo que las ciudades que crecen rápidamente cuentan con un mayor ingreso para poder adoptar tecnologías inteligentes.

El tercer factor es el desarrollo y difusión de las tecnologías, y según Tang & Ho (2019) las ciudades que adoptan con mayor rapidez las nuevas tecnologías son las que invirtieron de manera temprana en estas; y una limitada difusión de las tecnologías puede generar una brecha digital que obstaculiza una economía sostenible.

Las macrovariables, para Araral, E. (2020) son el punto de partida para explicar los habilitadores que permiten adoptar las tecnologías por las ciudades.

2.1.3. Microvariables de adopción de tecnologías para Smart City

De lado de las microvariables, Chourabi (2012), identifica algunos factores que permiten generar iniciativas asociadas a las Smart Cities tales como el desafío Gerencial y Organizacional, la tecnología, la gobernanza, el contexto político, las personas y comunidades, la economía, la infraestructura construida y medio ambiente natural, todas alineadas a objetivos y a entregar servicios municipales eficientes y eficaces.

Del mismo modo, según el estudio de Seunghwan et al. (2018) los factores internos a considerar son la participación ciudadana, el liderazgo al comprender y/o adoptar las tecnologías y la infraestructura tanto a nivel de recurso humano como tecnológico.

Araral, E. (2020) tomando como referencia a Chourabi (2012), comparte como uno de los factores cruciales a considerar al desafío Gerencial y Organizacional en la que se incluyen los proyectos tecnológicos complejos relacionados a grandes ciudades donde hace falta marcos de referencia.

Además, considera que el factor tecnología es adoptada si estas terminan ayudando a la mejora de ingresos, a la reducción de costos y a la entrega de algún servicio municipal eficiente y eficaz debidamente alineados a objetivos, en la que la disponibilidad de una habilidad técnica y de un liderazgo que permita persuadir, tomar riesgos, alcanzar una coordinación, colaboración, entre otras es requerido. Neirotti P. (2014), afirma que la tecnología es uno de los recursos de entrada necesarios para lograr dicha sostenibilidad y que su adopción refleja el esfuerzo por mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos a través de distintas iniciativas.

La gobernanza, otra microvariable, debe ser establecida entre el gobierno central y los gobiernos locales, sociedades civiles y empresas privadas, incluyendo directos e indirectos stakeholders con la finalidad de direccionar correctamente el desarrollo de una Smart City (Seunghwan et al., 2018). Araral, E. (2020) incluye la colaboración, la transparencia y el liderazgo a esta microvariable.

Otro factor es la política y el contexto político la cual afecta la adopción de las tecnologías incluyendo la forma de gobierno y el contexto regulatorio de cada ciudad (Araral, E. 2020). Para Seunghwan et al. (2018) el gobierno central debe formular leyes y regulaciones que busquen minimizar los efectos adversos de la adopción de tecnologías y mitiguen las regulaciones excesivas que restringen el desarrollo de nuevas tecnologías.

Otra variable a considerar es la de fomentar la participación de las personas y comunidades estableciendo para ello diversos canales de comunicación que busquen alcanzar un enfoque político de abajo hacia arriba. La participación ciudadana es un factor importante y no puede ser excluida (Seunghwan et al., 2018).

De igual manera la infraestructura (banda ancha y aplicaciones móviles) permiten facilitar la adopción de las tecnologías, pero es necesario que la inversión en investigación y el desarrollo se realicen de manera paralela. Tampoco puede quedar atrás el interés por un medio ambiente seguro y ecológico, donde además se reconoce a la Smart City como un nuevo motor de crecimiento económico (Seunghwan et al., 2018).

2.2. Smart Waste Management

En el presente ítem se realiza la definición de *Smart Waste Management* y las capas de la arquitectura para una gestión optimizada en la recolección residuos.

a) Definición

Los sistemas *Smart Waste Management* son aquellos donde se aplica la innovación tecnológica para la eliminación, recojo y transporte de residuos municipales. *Smart Waste Management* forma parte de la búsqueda de una Smart City ejecutada en IoT. (Flanagan, J, 2019).

La gestión de residuos no ha sido la excepción de los procesos optimizados y automatizados con tecnologías de ciudades inteligentes, y como tal, el campo de la gestión de residuos ha sido objeto de grandes innovaciones utilizando las TIC. (Castro et al., 2017).

Para habilitar la dinámica en la recolección de la basura, gestión de flotas de camiones de basura y determinación de rutas de recolección, IoT se señala como un componente inseparable de un sistema de gestión de residuos en una infraestructura de ciudad inteligente. (Omara et al., 2018)

b) Arquitectura

Es importante contar con una arquitectura de referencia en la gestión de residuos con IoT como apoyo para solucionar la conexión y la interoperabilidad, así como para abordar los factores como escalabilidad, confiabilidad, y calidad de servicio en la gestión. (Pardini et al., 2020)

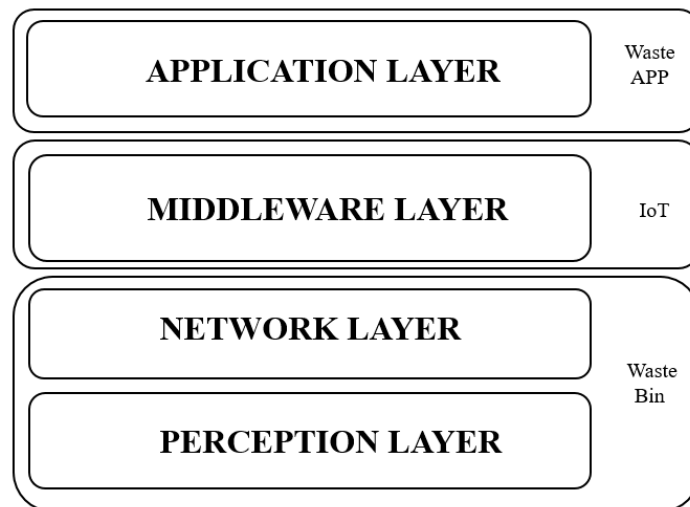
Las 4 capas de la arquitectura para la gestión de Smart Waste son:

- Capa de conexión Física (sensores, equipos).
- Capa de Red.
- Capa Middleware.
- Capa de Aplicación.

La funcionalidad de las 4 capas de Smart Waste Management, en referencia a la Figura II.2, muestra que la capa de conexión física es la parte de hardware que está compuesta por los sensores que tienen tecnología IoT. La capa de redes es el responsable de transferir la información hacia la capa de middleware, el cual tiene la función de interconectar entre los componentes de IoT y los equipos de redes de comunicación, cumpliendo la función de intérprete. La capa de aplicación es la interface para el usuario final, el cual interpreta y pone a disponibilidad toda la información. (Pardini et al., 2020).

La capa de aplicación no contribuye directamente a la construcción de una Arquitectura de IoT, pero es en esta capa donde se construyen varios servicios que interactúan con las aplicaciones (Smart application) y usuarios, es decir donde se produce la interpretación y disponibilidad de lo que ocurre con la información. (Pardini et al., 2020).

Figura II.2. Arquitectura de capas para el sistema de gestión de residuos.



Fuente: Pardini, K., Rodrigues, J. J. P. C., Diallo, O., Das, A. K., de Albuquerque, V. H. C., & Kozlov, S. A. (2020). A Smart Waste Management Solution Geared towards Citizens. Servicios

Según el “Estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes” (ONTSI, 2015), el servicio *Smart Waste Management* está catalogado como “servicio hacia la ciudad”, y tiene los siguientes servicios:

- Limpieza viaria.
- Recogida de Residuos.
- Gestión de la red de puntos de limpieza.

2.2.1. Barreras de adopción de Smart Waste Management

Dentro de la revisión literaria se encuentra la existencia de barreras que se especifican como trascendentales para la adopción de *Smart Waste Management*.

Yukalang, N., et al. (2017) parten de la Gestión de Residuos Sólidos Municipales, que se refiere a los residuos en forma sólida, producidos en la vida diaria de los hogares y los residuos sólidos no peligrosos de establecimientos comerciales, industriales e institucionales, incluidos hospitales, mercados, limpieza de jardines y calles. Además, manifiestan que a nivel mundial la cantidad de desechos sólidos está aumentando debido a la expansión de la población, el crecimiento económico continuo, la urbanización y la industrialización.

Muchos municipios de países de ingresos bajos y medianos utilizan la gestión

integrada de residuos sólidos (ISWMN, por sus siglas en inglés) como el concepto principal ideal para las Gestiones de Residuos Sólidos. Sin embargo, las diferentes regiones tienen distintas condiciones que les obligan a determinar el mejor enfoque de ISWM para su situación.

Una muestra de estudio realizada en el municipio del subdistrito de Tha Khon Yang en Tailandia, brinda detalles de las barreras para la gestión eficaz de los residuos sólidos municipales, en este ejemplo representativo se encontraron aquellas influencias principales que afectan la gestión de residuos. Se clasificaron en seis áreas: barreras socioculturales, técnicas, financieras, organizativas y jurídico-políticas y crecimiento de la población.

Por otro lado, Sharma, M., et al. (2020), referencian que, de todas las innovaciones tecnológicas, Internet de Things (IoT) actúa como un impulsor principal de las iniciativas de ciudades inteligentes en todo el mundo y que los sistemas habilitados para IoT actúan como catalizadores en la transformación de ciudades urbanas para crear una mejor infraestructura, gestión de residuos, transporte y mejorar la vida humana (Patel, 2019; Paulchamy et al., 2019).

Las tecnologías de IoT en las ciudades inteligentes deberían proporcionar avances en los servicios y rediseñar las prácticas existentes (Bibri, 2018; Chatterjee et al., 2018; Talari et al., 2017). La estructura de un IoT como un habilitador de una Smart City se basa en diferentes aspectos de las tecnologías de internet como red, escalabilidad, heterogeneidad, cobertura y participación del usuario final (Tran Thi Hoang et al., 2019).

El desafiante escenario ha hecho que los conceptos de IoT sean obligatoriamente implementados en ciudades inteligentes, ya que crea conexión entre los objetos y se comunica con los humanos de forma inteligente (Delgado et al., 2020; Kunst et al., 2018). Uno de los principales servicios basados en IoT que se vuelven cada día más cruciales es la gestión de desperdicio efectivo en ciudades inteligentes. Hasta ahora, la gestión de residuos utilizaba tecnologías y modelos como el Sistema de Información Geográfica (GIS), programación y enrutamientos mejorados y otros métodos para optimizar métodos de recolección, almacenamiento y eliminación de desechos. Estas

tecnologías carecen de innovación, y que solo la tecnología IoT puede facilitar (Alcayaga et al., 2019).

Un estudio para comprender la adopción de IoT escenario de ciudades inteligentes en países en desarrollo como India muestra los desafíos que pueden surgir durante la implementación de IoT. En este caso se evidenció que la estructuración de una red de IoT, con soporte sólido de servicios y tecnologías, todavía carece de un enfoque integrado para controlar la gestión de residuos en ciudades inteligentes. Aparte de estas complejidades técnicas, aún no se ha presentado una clara política estandarizada para la adopción del IoT y una dirección adecuada para las iniciativas de ciudades inteligentes.

Varios estudios previos han identificado barreras de adopción de IoT en diferentes contextos e industrias para Smart Cities. (Sharm et al., 2020)

Los principales hallazgos apuntan a algunas barreras agrupadas en categorías tales como: Gobierno, Infraestructura y Tecnología, Legalidad y Problemas Éticos.

Se destacan aquellas que no son dependientes del contexto (Tabla II-1):

- Costos Operativos y periodo de recuperación: el costo relacionado con los sensores, actuadores y otros dispositivos empleados en la aplicación de IoT y su amortización. (Evans et al., 2019).
- Falta de Infraestructura: la falta de infraestructura de TI en las ciudades puede conducir a problemas en las ciudades inteligentes. (Barbierato et al., 2018).
- Conocimiento técnico de planeamiento: el nivel de conocimiento requerido para planificar estratégicamente soluciones IoT en beneficio de la ciudad y de sus distintos actores que forman parte del ecosistema. (Ikavalko et al., 2018).
- Regulaciones, políticas y normas: falta de datos y métodos escalables correspondientes en el desarrollo de ciudades inteligentes. (Yukalang, N. et al., 2017).

Tabla II-1. Barreras de adopción de *Smart Waste Management* de la literatura.

Ítem	Barreras de adopción	Autores
BA1	Costos Operativos y periodo de recuperación	Evans et al. (2019).
BA2	Falta de Infraestructura	Barbierato et al., (2018)
BA3	Conocimiento técnico de planeamiento	Ikavalko et al., (2018)
BA4	Regulaciones, políticas y normas	Yukalang, N. et al., (2017)

Elaboración: Autores de esta tesis.

2.2.2. Tópicos relacionados a la adopción de *Smart Waste Management*

Para Neirotti, P. (2014), el rápido crecimiento al que se enfrentan varias ciudades ha generado la congestión del tráfico, la contaminación y la creciente desigualdad social. En este contexto, ha surgido un debate en el camino a nuevas soluciones basadas en tecnología, así como nuevos enfoques de planificación y vida, que puedan asegurar la viabilidad y la prosperidad futuras en áreas metropolitanas.

Almuraqab, N. & Jasimuddin, S. (2017), explican que en la era de las ciudades inteligentes, los gobiernos tienen la intención de proporcionar a sus ciudadanos información de fácil acceso, precisión y servicios e información de alta calidad con el uso de dispositivos inteligentes, incluida internet inalámbrica de alta velocidad conexiones.

La gestión de residuos no es la excepción de los procesos de ciudades inteligentes que se optimizan con tecnologías y, por tanto, el campo de la gestión de residuos es objeto de grandes innovaciones. Los sistemas *Smart Waste Management* son aquellos donde se aplica innovación tecnológica para la eliminación, recojo y transporte de residuos municipales. (Castro, A., et al. ,2017).

Smart Waste Management forma parte de la búsqueda de una Smart City y como tal posee un ecosistema general como parte de una Ciudad inteligente y uno específico como solución. Se puede partir desde Neirotti, P. (2014), quien muestra las macrovariables como una generalidad de un *Smart Waste Management*, se define entonces el contexto de la ciudad bajo las variables de densidad, desarrollo económico

y, el desarrollo y difusión de las TIC.

Luego se puede tomar en cuenta lo que Chourabi, H. (2012) define como micro variables de adopción en un ecosistema de *Smart Waste Management*, donde se tienen: gerencial y organizacional, la tecnología, la gobernanza, el contexto político, las personas y comunidades, la economía, la infraestructura construida y medio ambiente natural.

Del mismo modo Seunghwan M., Yuseok, J. & Eunuk, L. (2018) agregan que se debe considerar la participación ciudadana, el liderazgo al comprender y/o adoptar las tecnologías y la infraestructura tanto a nivel de recurso humano como tecnológico. Araral, E. (2020) toma como referencia a Chourabi, H. (2012), y comparte que la tecnología es adoptada si estas terminan ayudando a la mejora de ingresos, a la reducción de costos y a la entrega de algún servicio municipal eficiente y eficaz debidamente alineados a objetivos.

Del análisis de casos de las diferentes ciudades, se han identificado algunos tópicos relevantes a factores que han permitido el desarrollo de ciudades inteligentes en una solución *Smart Waste Management* tales como:

1. Enfoque de uso de tecnologías de la información

Las tecnologías pueden ayudar a la transformación de la visión de gestión de residuos, dado que en la actualidad las economías generan enormes cantidades de desechos por lo que es necesario un cambio de modelo a una economía circular sin residuos, en donde el gobierno es un interesado en promover un sistema integrado, inteligente y sostenible en su jurisdicción con una estrategia orientada al ciudadano y bajo un marco legal y regulatorio. El cambio a un servicio inteligente de gestión de residuos contempla un sistema sostenible que equilibra los diseños del sistema de productos/servicios, la recuperación de materiales, recuperación de energía y la gestión al final de la vida útil de los recursos actualmente desperdiciados mediante prácticas de reducción de residuos, procesos térmicos y técnica de reciclaje de materiales, donde la tecnología cumple un papel de habilitador inteligente para la gestión de residuos de manera integral. (Zhang, A., et al., 2019).

El objetivo de poner en disponibilidad los datos obtenidos por la capa de internet de las cosas y debidamente procesados por todo el sistema inteligente de gestión de residuos aporta en fortalecer la comunicación entre las partes interesadas y así transparentar la información. Esta manera de integrar a los actores a este sistema permite generar conciencia ambiental que va más allá del cumplimiento del marco normativo, en donde una buena gobernanza juega un papel clave. (Fatimah et al., 2020).

Un punto importante que surge en las Smart Cities es la necesidad de promover un enfoque inteligente que pueda abordar los problemas en la utilización de recursos y generación de residuos al mismo tiempo. La eficiencia de diversas tecnologías y componentes de procesos en sistemas inteligentes es un tema con impacto significativo en la sostenibilidad que es abordado en lo gubernamental que involucra planificación e implementación oportuna y efectiva de la solución tecnológica para gestión de desechos. (Nizetic, S., 2019).

2. Enfoque colaborativo

En el contexto de las ciudades inteligentes, la gobernanza inteligente y colaborativa es un tema clave, lo que lleva a que promover lazos de colaboración sostenible. Las publicaciones con un enfoque de gobernanza destacan las interacciones entre varios actores en la ciudad y consideran las ciudades inteligentes desde una perspectiva centrada en el usuario con más énfasis en las autoridades gubernamentales, los ciudadanos y otras partes interesadas, que en los otros conceptos de ciudad. (Ben Yahia, N. 2019).

En los servicios públicos inteligentes con tecnología están orientados al ciudadano por lo que su participación es importante, dado que deben participar en el diseño de la solución para incluir las particularidades del contexto de la ciudad (Simonofski et al., 2019). La industria relacionada con soluciones inteligentes de servicio público, son los que implementarían el servicio basado en datos (IoT) en un contexto de desafíos y oportunidades emergentes (Barns, S. 2018), en donde el gobierno central (como ente regulador) y local o municipal (organismo responsable del servicio) será el que organice a las partes interesadas, ya que el servicio de gestión de residuos está bajo su jurisdicción y responsabilidad (Evans et al., 2019). La participación del gobierno con la ciudadanía y la industria es vital para la viabilidad del servicio inteligente de gestión

de residuos.

Desde lo gubernamental, la implementación de las reglas para el fomento y participación del capital privado cobra relevancia, ya que es el sector donde se desarrolla las tecnologías de la información y todos los servicios relacionados con la implementación, operación y mantenimiento del sistema de gestión inteligente de residuos. (Evans et al., 2019). Este modelo fomenta a que los usuarios, el gobierno y el sector privado codiseñen el servicio de gestión de desechos siendo la empresa privada, la que posee la capacidad técnica y tecnológica para esta solución. (Barns, S. 2018).

3. Gobierno Digital

La gobernanza inteligente en su interacción entre tecnologías, personas, políticas, mejores prácticas, recursos, normas e información, se apoya como factor clave para la implementación de Smart Cities. Este tipo de gobierno utiliza un modelo de gobernanza inteligente para lograr sus propósitos de Smart Cities aplicando las políticas para esos fines, como: políticas para la divulgación de los datos de las organizaciones, para apoyar el proceso de implementación, como leyes (marco normativo y regulatorio) y planes de desarrollo. (Lopes, N., 2017).

Los principios detrás del modelo de gobierno inteligente pueden habilitar y potenciar significativamente la creatividad y la innovación en la implementación de Smart Cities. (Lopes, N., 2017). Esta tendencia de urbanización con tecnología de las ciudades inteligentes es un foco de oportunidad para muchas urbes en el mundo y en especial para Latinoamérica que posee un alto potencial de creatividad. (Larios, V. 2015)

Las administraciones públicas aún necesitan apoyo para estructurar el concepto de inteligencia de una ciudad, capturar sus implicaciones, identificar puntos de referencia a nivel internacional y encontrar oportunidades de mejora. (Neirotti et al., 2014). Así también, se necesita promover la administración pública digitalizada y la transparencia de las actividades gubernamentales basada en las TIC para mejorar el empoderamiento y la participación de los ciudadanos en la gestión pública. (Chourabi et al., 2012).

4. Impacto económico.

Adapa, S. (2018) explica que la rentabilidad o los costos exactos asociados con el desarrollo de ciudades inteligentes y la implementación de prácticas de producción más limpias no se comunican de manera efectiva con los grupos de partes interesadas. Además, Hung, Q., et al. (2019) describen que es imperativo desarrollar nuevas arquitecturas de sistemas de sensores para mejorar la precisión del conteo de datos teniendo en consideración restricciones de costo de implementación, ya que el costo de la gestión de residuos es alto, mientras que los ingresos obtenidos del proceso de gestión de residuos son bajos. (Fataniya et al., 2019).

Khoa, T. (2020) indica que ha habido una tendencia a combinar estrategias óptimas de gestión de residuos con arquitecturas de IoT de bajo costo por la existencia de algoritmos de optimización en la recolección de residuos implementados a través de un circuito simple, diseñado con bajo costo, facilidad de uso y capacidad de reemplazo.

La selección apropiada de proveedores en una cadena de suministro circular tiene gran impacto en la reducción de costos asociados. (Kannan et al., 2020).

5. Impacto Social

La adopción de una economía circular permite a las organizaciones alcanzar una cadena de suministro sostenible, siendo el primer paso la elección de un proveedor sostenible y respetuoso del medio ambiente que conduzca a la reducción de residuos. (Kannan et al., 2020).

La participación de los proveedores en un entorno circular, de por sí genera empleo a todo nivel, pasa por aspectos económicos, ambientales y de responsabilidad social que promueven entornos de trabajo seguros para los empleados, lo que involucra un puesto de trabajo decente con derechos laborales. (Kannan et al., 2020).

El sector informal impacta en las tasas de reciclaje de muchas ciudades en países emergentes, reduciendo así el volumen de residuos para ser depositados en sus destinos finales para su tratamiento, por lo que está en los gobiernos diseñar e implementar políticas y estrategias para que los informales se integren al sistema de gestión de

residuos municipal como formales y sean parte de un circuito que aporte al aspecto ambiental de la ciudad. En países en vías de desarrollo, el sector informal tiene un papel de “recolector local” que cobra por el servicio y en su recolección vende lo que se puede vender para el reúso. En paralelo a la gestión de residuos municipal, los “recolectores” informales tienen y generan empleo, pero con bajos índices de seguridad y no cumplen los procesos estándares de recolección y clasificación de residuos (Aparcana, S. 2016).

6. Financiación.

Para muchas autoridades de las ciudades en desarrollo, la gestión de residuos tiene un alto costo, que puede representar hasta el 50% del presupuesto municipal total. (Bharadwaj, B. et al, 2020)

La financiación sobre la gestión de los servicios de residuos es uno de los principales retos a los que se enfrentan las ciudades en desarrollo. Para (Bharadwaj, B. et al, 2020) los resultados del estudio realizado para el reciclaje de material plástico en Nepal, sugiere que la recuperación del material plástico podría generar ingresos, que equivalen a 1.38 veces el costo de gestión relacionado con los residuos plásticos, siendo ésta sostenible. Este ejercicio de ingresos por recuperación de plásticos podría ser expandido a otros materiales como papel y metal para comprender completamente la posibilidad de financiación sostenible en la gestión de residuos.

La ausencia de sistemas de financiación para una adecuada gestión inteligente de residuos (precios, gravamen, impuestos, costos, ingresos, entre otros) seguirá generando una demanda del uso de los vertederos causando una reducción de su vida útil y molestias para los residentes cercanos. (Bharadwaj, B. et al, 2020)

7. Cultura y Educación.

Las empresas del futuro necesitarán empleados y mano de obra con habilidades específicas en tecnologías emergentes que les permita fomentar la innovación, superar vacíos y tomar ventaja de estas tecnologías que puedan aportar positivamente en la transformación de la empresa y las sociedad (Umachandran et al., 2019). Estas habilidades recaen en un sistema educativo que se adapta y adopta a las nuevas tecnologías que permitan reducir la brecha entre lo que las organizaciones requieren y el sistema educativo imparte, permitiendo así transformar la problemática ciudadana

(gestión de residuos) en una solución digital, inteligente y sostenible.

La disponibilidad de personal local con capacidades técnicas y personal municipal y/o gubernamental con enfoque en gestión y tratamiento de residuos eficaces y eficientes es un desafío en el contexto de la ciudad, por ende, la Municipalidad y/o entidad que desee implementar soluciones *Smart Waste Management* debe tener en cuenta aquellos aspectos. (Fatimah et al., 2020).

Además, para lograr el éxito en la gestión inteligente de residuos sostenible, es la persona que requiere involucrarse con el sistema a través de su vida diaria, cultura, comportamiento e interacciones con la comunidad, lo que formaría una cultura de gestión de residuos (Fatimah et al., 2020).

8. Orientado al ciudadano

Las ciudades deben idear proyectos de ciudades inteligentes, decidiendo cómo utilizar y mejorar su infraestructura de TIC y explotar de manera óptima sus activos. Un desafío clave es llevar a cabo estas acciones en coordinación con la ciudadanía, ya que el objetivo final de la construcción de una ciudad inteligente es mejorar su calidad de vida. (Simonofski, A., et al., 2017). Con demasiada frecuencia, las ciudades inteligentes no han llegado a sus objetivos porque los ciudadanos no participaron adecuadamente en no se tomó su definición o el impacto en su vida diaria en cuenta. (Kim, H., 2017)

Para (Kulkarni et al., 2010), dado el contexto actual se han presentado numerosas dificultades para la gestión de residuos, desde los excesos de residuos médicos y domésticos, y la calificación de servicio crítico al manejo de residuos, esto ofrece oportunidades para establecer un servicio *Smart Waste Management* sostenible para elevar la calidad de vida de los ciudadanos ante cualquier escenario de crisis, que ya antes garantizaba la salubridad de la ciudad, pero ahora cobra mayor relevancia. Esta calidad de vida del ciudadano recae en una gestión eficiente y sostenible de residuos en donde el papel de la automatización de procesos con tecnología hace que el servicio y operación municipal puedan adaptarse a cambios sociales, económicos, ambientales y de salud pública.

Durante la pandemia COVID-19, se vio alterado los índices de composición, frecuencia, distribución y riesgo de los desechos incrementando la posible infección del personal de manejo y tratamiento de residuos en las ciudades. Ahora el uso de la tecnología ha cobrado más relevancia en el diseño y planeamiento flexible del manejo de residuos, que mejorarían la rigidez del Sistema *Smart Waste Management* para este tipo de crisis o un futuro rebrote de la pandemia, y así minimizar los riesgos del personal. (Fan et al., 2021).

En ciudades inteligentes es importante poner a disposición herramientas para reducir las barreras en el aprendizaje y la participación social, mejorando la calidad de vida, especialmente para las personas mayores y discapacitadas. Implementar políticas sociales para atraer y retener a personas con talento. (Neirotti et al., 2014).

9. Sostenibilidad

Las ciudades se han colocado a la vanguardia de la transición de la sostenibilidad y la inteligencia, se presentan como una solución a los desafíos urbanos a nivel global; así pues, la sostenibilidad y la búsqueda de equilibrio se ha convertido en un objetivo importante en todo el mundo. (Haarstad, H., & Wathne, M. W., 2019)

La eliminación de residuos siempre ha sido un desafío. Inicialmente, los desechos se vertieron en el océano. Después de eso, se utilizaron vertederos e incineradores para la eliminación de desechos, pero debido a problemas ambientales, se cerraron. La población se está acrecentando, pero los recursos no aumentan. Para adaptarse a las necesidades de las personas y mejorar su nivel de vida, se introdujo el concepto de Smart City. La Smart City tiene como objetivo la sostenibilidad para mantener un equilibrio adecuado. (Shan, J., et al., 2019).

La sustentabilidad requiere ser agregada en todo el proceso de adopción en ciudades con sistemas inteligentes junto con la obtención de beneficios en los entornos urbanos futuros por medio de la eliminación de residuos. (Ahmad, N., & Mehmood, R., 2015).

10. Renovación de procesos

A través de la renovación de procesos se pueden concebir mejoras en el manejo de

residuos que cada día es más estricto por las normas que regulan el sector ambiental y por qué la gestión de residuos impacta de manera directa en la habitabilidad de la ciudad, la salud pública y en los aspectos ambientales.

La renovación de procesos por medio de la digitalización y soluciones inteligentes en la cadena de valor dentro de la gestión de residuos está orientada al ciudadano y el desarrollo de la gestión de residuos municipales que está definido por su enfoque de economía circular. (Sarc et al., 2019).

Por otro lado, las mejoras en los procesos de la gestión de residuos darán forma a la estructura de las ciudades inteligentes. Actualmente, la gestión de residuos exige un cambio entre las personas para reconsiderar el residuo como producto y contribuir con la habitabilidad en las ciudades. (Kannan et al., 2020).

11. Clasificación eficiente de residuos

La creciente cantidad de residuos generados y la contaminación ambiental proporcional en el desarrollo de los países han atraído una atención creciente en las formas tradicionales de eliminación de residuos no clasificados que amenazan el desarrollo sostenible de la economía y medio ambiente, por lo que se busca el apoyo en soluciones de clasificación eficiente apoyado de las tecnologías necesarias para mejorar este importante proceso. (Zhang, L.-P., & Zhu, Z.-P., 2020).

Para el propósito de eficiencia se pueden optar por tecnologías verdes, estas poseen eficiencia energética y no contaminan el ambiente, apoyan la toma de decisiones desde la prevención de la contaminación desde la propia solución smart y reducen los riesgos del operador que administra el sistema de recolección de residuos. (Bibri, S., 2018).

Se han desarrollado tendencias en las prácticas de gestión eficiente de residuos aplicables a escala mundial. Existen varios métodos en términos de su origen y de tratamiento. El vertido en vertederos se considera el último recurso y debe usarse solo cuando se hayan agotado todas las demás opciones. (Ustohalova V., 2011).

12. Difusión de la tecnología

Si bien el paradigma de IoT tiene características transformadoras que pueden mejorar enormemente la entrega y el compromiso del servicio público, la literatura

propone que la adopción de tecnología por partes de una ciudad puede estar impulsada principalmente por el aporte de una correcta difusión de la tecnología. (Neirotti et al., 2014)

Para desbloquear todo el potencial de las tecnologías, es necesario difundir la función y beneficios que esta posee, tal detalle puede impulsar favorablemente a la posterior adopción en el contexto de una ciudad. (Tang, T., & Ho, A., 2019).

Las percepciones de mejora en el servicio se consideran determinantes y relevantes en la decisión de rechazo o adopción de una nueva tecnología lo que permitirá procesar posteriormente la información relevante de su uso. (López-Bonilla, L. & López-Bonilla, 2011).

13. Calidad y eficiencia de servicio

Dentro de la arquitectura de gestión inteligente de residuos para Smart Cities se utiliza la técnica de enrutamiento eficiente considerando el menor retraso en las redes de sensores inalámbricos, la Calidad de servicios (QoS) de un extremo a otro es uno de los parámetros importantes de para superar la demora en la comunicación de datos. (Zeb, A., et al., 2019)

Se ha dado un cambio en la forma del funcionamiento de las ciudades, debido a las exigencias orientadas a la planificación y gestión de acuerdo a objetivos de sostenibilidad ambiental para la toma de decisiones en lo que respecta a procesos operativos y de planificación. En esa línea, las nuevas tecnologías como el IoT ponen énfasis en la eficiencia energética, que brinda sostenibilidad a soluciones del tipo *Smart Waste Management*, lo que permite enlazar la tecnología eficiente con soluciones ambientales responsables. (Bibri, S., 2018).

En términos generales el concepto de ciudades o territorios inteligentes hace referencia a un uso extensivo y eficiente de las tecnologías disponibles dirigidas a una correcta planificación del servicio para mejorar la calidad de vida de la población, lo cual necesariamente tendría que conllevar a un mayor cuidado al medio ambiente y la reducción de la desigualdad social. Lo anterior es compatible con el concepto innovación inclusiva, el cual plantea la necesidad de que los beneficios de innovación permanecen principalmente en los sectores de la población menos favorecidos.

(Alvarado López, R., 2017)

14. Convergencia e Integración Tecnología y Comunicación

Las TIC son impulsores clave de las iniciativas de ciudades inteligentes. La integración de las TIC con proyectos de desarrollo puede cambiar el paisaje urbano de una ciudad y ofrecer un número de oportunidades potenciales, pueden mejorar la gestión y el funcionamiento de una ciudad. (Chourabi et al., 2012).

Las ciudades inteligentes integran las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para desarrollar soluciones innovadoras que puedan resolver tales desafíos y crear una mejor calidad de vida para sus ciudadanos. (Simonofski, A., et al., 2017)

Una solución para hacer frente a escenarios de gestión de residuo inteligente es la convergencia de las tecnologías de la información y la comunicación mediante la implementación del concepto de ciudades inteligentes. Este concepto se basa en la idea de utilizar sensores y dispositivos de internet de las cosas (IoT) para implementar de manera inteligente soluciones que cumplan con las demandas generadas por este escenario. (Marques, P., et al., 2019).

15. Incorporación de Tecnología Emergente

Una solución de recolección de residuos puede brindar inteligencia a los botes de basura, mediante el uso de tecnologías emergentes como IoT integrando con sensores, que puede leer, recolectar y transmitir datos de volumen de basura a través de internet. Estos datos colocados en un contexto espacio-temporal y procesados por algoritmos de optimización se pueden utilizar para gestionar de forma dinámica y eficiente las estrategias de recogida de residuos. (Gutierrez, J., et al., 2015).

Las tecnologías emergentes van madurando constantemente para poder desarrollar e implementar sensores complementarios para los contenedores de basura y el empleo de un sistema que pueda proporcionar los conocimientos necesarios para optimizar los procesos de recojo de residuos, evitar el sobrellenado papeleras, y mejorar la experiencia de los ciudadanos. (Castro, A., et al., 2017).

Cuando el despliegue, desarrollo y uso de sensores se vuelve masivo, los datos recopilados junto con su procesamiento y almacenamiento pueden vincularse directamente a Big Data. El Big Data es ampliamente reconocido por abrir nuevos modelos comerciales y los datos en este contexto a menudo se denominan el nuevo oro. (Gutierrez, J., et al., 2015). En una “ciudad inteligente” existe un aumento de información, la aplicación de tecnologías emergentes para adquirir, procesar y analizar información relevante sobre las ciudades ayuda a lograr lo básico para un desarrollo urbano sostenible. (Xulong L., Xujin P. & Xiaohua H, 2020)

A raíz del análisis y revisión en la literatura y los casos de éxito de implementación de *Smart Waste Management* se ha obtenido y clasificado los tópicos relacionados a la adopción de *Smart Waste Management* (Tabla II-2) que serán contrastados en el posterior desarrollo de la investigación.

Tabla II-2. Tópicos relacionados a la adopción de *Smart Waste Management* de la literatura.

Ítem	Tópicos relacionados a la adopción de <i>Smart Waste Management</i>	Autores
T1	Enfoque de uso de las tecnologías de la información	Zhang, A., et al. (2019); Fatimah et al. (2020); Nizetic, S. (2019).
T2	Enfoque colaborativo	Ben Yahia, N. (2019); Barns, S. (2018); Simonofski et al. (2019); Evans et al. (2019).
T3	Gobierno Digital	Lopes, N. (2017); Chourabi et al. (2012); Neirotti et al. (2014); Larios, V. (2015).
T4	Impacto Económico	Kannan et al. (2020); Adapa (2018); Huang et al. (2019); Fataniya et al. (2019); Khoa, T. (2020).
T5	Impacto Social	Kannan et al. (2020); Aparcana, S.(2016);
T6	Financiación	Bharadwaj, B., Rai, R. K., & Nepal, M. (2020).
T7	Cultura y Educación	Umachandran et al. (2019); Fatimah et al. (2020).
T8	Orientado al ciudadano	Simonofski, A., et al. (2017); Kulkarni et al. (2010); Neirotti et al. (2014);

Ítem	Tópicos relacionados a la adopción de <i>Smart Waste Management</i>	Autores
		Fan et al. (2021).
T9	Sostenibilidad	Shan, J., et al. (2019); Haarstad, H., & Wathne, M. W. (2019); Ahmad, N., & Mehmood, R. (2015).
T10	Renovación de procesos	Sarc et al. (2019); Kannan et al. (2020).
TT11	Clasificación eficiente de residuos	Zhang, L.-P. & Zhu, Z.-P., (2020); Bibri, S. (2018); Ustohalova V. (2011).
T12	Difusión de la tecnología	Tang, T., & Ho, A. (2019), Neirotti et al. (2014); López-Bonilla, L. & López-Bonilla (2011).
T13	Calidad y eficiencia de servicio	Zeb, A., et al. (2019). Bibri, S. E. (2018). Alvarado López, R. (2017).
T14	Convergencia e Integración de Tecnología y Comunicación.	Chourabi et al. (2012); Simonofski, A., et al. (2017); Marques, P., et al. (2019).
T15	Incorporación de Tecnología Emergente	Xulong L., Xujin P. & Xiaohua H, (2020); Castro, A., et al., (2017); Gutierrez, J., et al. (2015).

Elaboración: Autores de esta tesis.

2.3. Adopción de *Smart Waste Management*

Para Shamshiry, E. et al. (2011), mencionan que la gestión integrada de desechos puede quedar definida como la selección e implementación de técnicas, tecnologías y programas de gestión adecuadas para lograr ciertas metas y objetivos de gestión de desechos. Y a ello se suma que la adopción de las tecnologías de Smart City depende de los incentivos y limitaciones del contexto (Araral E., 2020).

Para Chatterjee, S., & Kar, A. K. (2018), son muy pocas las ciudades que ponen a disposición de la ciudadanía las distintas tecnologías que terminan cambiando los entornos urbanos que a su vez brindan beneficios económicos y que aporte, ya que, si un ciudadano observa que otro ciudadano utiliza un servicio en particular con facilidad y sin engaño, terminaría desarrollando cierta confianza a la hora de adoptar e involucrarse con una tecnología.

2.3.1. Aspectos de adopción en ciudades

Bremser, C., Piller, G., & Helfert, M. (2019), consideran que para investigar los factores que influyen en la toma de decisión de la adopción de las tecnologías se puede tomar en cuenta el marco de referencia TOE (Technology Organization Environment).

El marco de referencia TOE es un marco organizacional ampliamente aplicable a varias disciplinas, que permite estudiar el uso de innovaciones tecnológicas, es decir la adopción de innovaciones tecnológicas basadas en el entorno (Environment), factores organizativos y características tecnológicas. (Ahmed, I., 2020).

Este marco de referencia agrupa los factores en 3 aspectos: Tecnología, Organización y Entorno (Environment).

- El aspecto tecnológico cubre las características de las distintas tecnologías que son relevantes para una organización.
- El aspecto organizacional cubre las características organizacionales, competencias, atributos, recursos y la relación formal e informal dentro de la organización.
- El aspecto entorno cubre lo externo a la organización.

En alusión al marco TOE para poder identificar el nivel de adopción del *Smart Waste Management* y teniendo como referencia el Anexo II “Análisis contextual de las *Smart Waste Management*” en contexto global y regional se plantean los indicadores para cada aspecto de adopción que nos permiten medir la adopción de las *Smart Waste Management*:

La adopción de una determinada tecnología aplicada al TOE se encuentra referenciada en otros marcos de estudio. Liang, T., et al. (2007), plantean algunas proposiciones en las que valida que un ajuste bajo de las soluciones al contexto de aplicación determinado tendría pocas posibilidades de ser adoptado por los ciudadanos.

Asimismo, el conocimiento del usuario puede construirse mediante la formación y otros medios, pero las debilidades en la infraestructura de TI y la falta de apoyo de la organización pueden ser devastadores y no se podría esperar un retorno económico. Por último, se debe tomar en cuenta el impacto en los procesos, ya que al no ser eficientes

tienen un impacto significativo en el rendimiento y beneficios de la solución tecnológica.

1. Incremento de beneficios de una plataforma de tecnología

Según (Bremser et al., 2019), el marco de referencia considera que del lado de la tecnología es relevante disponer de una moderna plataforma tecnológica de vanguardia que brinde beneficios orientados al ciudadano tras su implementación, por ello una métrica a considerar para la adopción de una solución *Smart Waste Management* es el incremento de beneficios de una plataforma de TI, en donde existe un panorama tecnológico orientado a hacer eficiente la ciudad y el uso de nuevas tecnologías se perciben como complejas.

El bienestar de los ciudadanos se incrementa debido a la disponibilidad de una plataforma tecnológica, tal como se analiza en el caso de estudio de la ciudad de “La Marsa”, Tunez (WeGO, 2017), donde los resultados obtenidos favorecieron a mejorar los tiempos de respuesta a casos de desbordamiento de residuos y su frecuencia de recolección.

En el caso de estudio (La Marsa), se evidencia que la estrategia nacional de gestión de residuos que incluye uno de los tantos objetivos específicos a “Reducir la producción de residuos mediante métodos de prevención, mediante la sensibilización y educación ambiental para cambiar los hábitos de consumo”, esta estrategia esta sostenida de cinco pilares como mayor comunicación y conciencia, leyes y políticas, recursos humanos y personal, financiamiento y recuperación de costos, y marco de referencia técnico y organizativo. Esto impactó en los beneficios de usar tecnología en la gestión de residuos como la reducción de hasta un 60% en la generación de residuos, una reducción del 88% en la frecuencia de desbordamiento de residuos y un 83% de incremento en la frecuencia de recolección teniendo efectos directos y visibles en la calidad de vida de los ciudadanos.

El análisis económico evaluó los costos generales, así como los ingresos generados por el costo del combustible, reducción de costes laborales y reducción de costes de mantenimiento. Con los cálculos de costos y beneficios se halló en 51,939.03 USD para

2025, con un promedio de 6,800 USD acumulados cada año. Los beneficios superaron significativamente los costos asociados, lo que demostró ser una solución en gestión de residuos económicamente factible y financieramente beneficioso para el municipio de La Marsa.

Finalmente, el adoptar un *Smart Waste Management* con una plataforma tecnológica permite tener una hoja de ruta escalable que incrementa los beneficios y la calidad de vida de sus habitantes reemplazando los métodos ineficientes en la recolección de residuos y sus rutas ineficientes.

2. Incremento de retorno económico esperado

En el marco de referencia de Bremser et al. (2019), considera que la organización debe tener en cuenta el retorno económico, por consiguiente, un indicador importante que relaciona la adopción de soluciones inteligentes de gestión de residuos es el incremento de retorno económico esperado, donde es fundamental el papel de las iniciativas de convertirse en una ciudad inteligente y la disponibilidad financiera es sustancial.

Para obtener un incremento sustancial a nivel del retorno económico se espera que los costos operativos asociados a la gestión de residuos disminuyen, como lo cita el caso de estudio de la ciudad de “New York”, Estados Unidos (NYC Smart Equitable City 2015), donde los resultados obtenidos en la gestión de residuos permitieron obtener y mejorar la reducción de los costos operativos y administrativos.

Del caso New York, se puede resaltar la estimación que se comparte sobre la eficiencia de la recogida de residuos que va entre un 50% a 80%, lo que reduce el desplazamiento para el recojo de residuos y por ende la reducción de gastos operativos, además de aminorar la cantidad de gases de efecto invernadero y contaminación del aire.

En conclusión, el adoptar una solución *Smart Waste Management* permite emplear de manera eficiente y sostenible los recursos asignados a la organización obteniendo un incremento del retorno económico esperado.

3. Incremento de la aceptación ciudadana

Para Bremser et al. (2019), la categoría entorno se vincula a lo que está alrededor de la organización que usa nuevas tecnologías para que los procesos relacionados a la gestión de residuos sean suficientes y transparentes, por lo que la que la aceptación de la ciudadanía se puede sondear con métrica reducir la emisión de gases de efecto invernadero (CO₂), que es un criterio a tomar en cuenta para la adopción de *Smart Waste Management*.

La moda de usar tecnologías de información y el rol de la empresa privada como el sector innovador y con el conocimiento tecnológico en sistemas inteligentes ha permitido la creación de nuevos procesos de gestión de residuos en la gestión pública o privada que permite reducir la emisión de gases de efecto invernadero (CO₂), ya que se moderniza el tratamiento de residuos en todas sus fases, esto mejorando la calidad de vida de las personas, tal como se analizó en el caso de estudio de la ciudad de Ámsterdam, Holanda (Circular Ámsterdam, 2018), donde los resultados obtenidos no solo apoyaron en la reducción de la emisión de dióxido de carbono, sino con el crecimiento económico y nuevas oportunidades de empleo.

En lo citado por el caso Ámsterdam, se puede resaltar la reducción de gases de efecto invernadero en medio millón de toneladas de CO₂, equivalente a 2.5% de emisiones anuales de CO₂ de la ciudad evidenciando una reducción de CO₂.

El elegir un servicio *Smart Waste Management* permite reducir la emisión de gases de efecto invernadero (CO₂) siempre y cuando la ciudadanía acepte este tipo de solución, en virtud a que el servicio tradicional adopta tecnologías actuales dentro de un marco de gestión de residuos acorde al contexto de la ciudad o entidad.

El adoptar un *Smart Waste Management* permite que los procesos asociados a la gestión de reciclaje sean eficientes, faciliten la reutilización de residuos y su valorización asegurando un incremento en la tasa de reciclaje.

2.3.2. Indicadores de los aspectos de adopción.

Los aspectos de adopción y sus indicadores asociados a cada una, permiten

evidenciar cómo impactan en la adopción de un sistema de *Smart Waste Management*, estas se resumen en la siguiente Tabla II-3.

Tabla II-3. Aspectos de adopción de la literatura.

Ítem	Aspectos de adopción	Autores
IAA1	Incremento de beneficios de una plataforma de tecnología	Bremser, C., Piller, G., & Helfert, M. (2019); Liang, T., et al., (2007).
IAA2	Incremento de retorno económico esperado	
IAA3	Incremento de la aceptación ciudadana	

Elaboración: Autores de esta tesis.

2.4. Los factores de riesgo para la implementación de una solución Smart

Según Simon, P. (1997), el riesgo puede ser definido como un evento incierto o un conjunto de circunstancias que podrían afectar el logro de los objetivos de un proyecto. Los riesgos que afronta una ciudad inteligente varían en términos de resiliencia y sostenibilidad; siendo estas diversas y a su vez complicadas que dependen de las condiciones, circunstancias, tiempo, etc. que cada ciudad afronta. (Park, K. 2018).

Los factores de riesgo de una Smart City pueden ser categorizados como organizacional, social y tecnológica (Vidiasova; Cronemberger; and Vidiaso, 2018); así también desde otro punto de vista como riesgos externos e internos según la locación, que a su vez pueden ser controlables y no controlables. (Park, K. 2018).

Los investigadores identificaron una serie de riesgos en proyectos de implementación en ciudades inteligentes, incluidos los sociopolíticos, financieros, tecnológicos, de las partes interesadas, de la gobernanza local y la relación entre estos.

Shayan, S.& Kim, K.P.& Ma, T.& Nguyen, T.H.D. (2020) categorizan distintos temas centrados en lo organizacional, social y riesgos tecnológicos, que se muestran en la Tabla II-4.

Tabla II-4. Factores de riesgo para adopción de soluciones Smart

Riesgo	Aspectos de adopción
Organizacional	<ul style="list-style-type: none">- Ausencia de autoridades competentes.- Nivel tecnológico de las organizaciones- Complejidad de los procesos de gestión de la ciudad.
Social	<ul style="list-style-type: none">- Conflicto de las partes interesadas- Desconfianza de la sociedad hacia las nuevas tecnologías- Falta de participación ciudadana en la ciudad inteligente- Desaparición de muchas profesiones y aumento del desempleo- Brecha digital y desigualdad entre ciudadanos debido al diferente nivel de competencias en el- Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)- Gentrificación debido al mayor costo de vida en las ciudades inteligentes
Tecnología	<ul style="list-style-type: none">- La seguridad cibernética.- Tratar la pérdida de datos- Incompatibilidad entre sistemas inteligentes y áreas menos desarrolladas- Reparación y mantenimiento de tecnologías inteligentes

Elaboración: The First Two Decades of Smart City Research from a Risk Perspective. Sustainability 2020.

Los primeros pasos de la gestión de estos riesgos incluyen la identificación y el análisis de riesgos. La identificación de riesgos es el proceso de caracterizar los tipos de riesgos asociados con la implementación del proyecto, y el análisis de riesgos es el proceso de categorizar los riesgos en alta, media y baja prioridad con base en una matriz de riesgo que considera la probabilidad e impacto. (Pieplow, 2012).

Una matriz de riesgo puede cubrir la totalidad del espectro de probabilidad e impacto, y la agrupación de riesgos en función de su probabilidad e impacto puede apoyar a la toma de decisiones relacionadas con el proyecto. Además, se mantiene una base de datos de registro de riesgos para supervisar los procesos de gestión de riesgos del proyecto asociado a ciudades inteligentes. El propósito de este registro de riesgos es incluir los detalles de todos los riesgos que se han identificado junto con su análisis y planes de mitigación. (Park, K. 2018).

2.5. Conclusiones del capítulo

En el análisis de la literatura de Smart Cities, se ha identificado como objetivo principal, que debe cumplir las ciudades inteligentes, es mejorar la calidad de vida y necesidades de los ciudadanos, el cual está enmarcado en un modelo conceptual con 12

(doce) ámbitos. En la investigación del presente trabajo se enfocará dentro del ámbito de Smart Environment y como servicio Smart Waste, donde están involucrados los ciudadanos, visitantes y el gobierno con sus recursos locales.

De las distintas macrovariables y microvariables que permiten la adopción de las tecnologías en una Smart City se concluye que estas pueden variar y tener un impacto diferente según el contexto de la ciudad, permitiéndoles resolver sus distintas problemáticas y entregando a su vez un servicio eficiente y eficaz alineado con la calidad de vida de sus ciudadanos.

De la revisión de la literatura se verifica que existen diversos tópicos relevantes a los factores críticos de adopción que contribuyen en el desarrollo de soluciones de *Smart Waste Management*, esto también se evidencia en los casos de éxito aplicados a nivel mundial, regional (Anexo II) y local (Anexo III). Se han identificado quince tópicos relevantes a los factores críticos de adopción de *Smart Waste Management* (Tabla II-2).

En la recopilación de información se ha identificado que la arquitectura de *Smart Waste Management* está dividido 4 capas, el cual tiene funcionalidades complementarias con respecto a cada uno, donde está involucrada la aplicación y tecnología, también de acuerdo a la metodología de ciudades inteligentes *Smart Waste Management* cuenta con 3 servicios para la gestión de residuos en la ciudad y que se han aplicado en los casos a nivel global (Anexo II).

La adopción de *Smart Waste Management* en el mundo tiene diversos grados de avance. Mediante el apoyo de IoT, las ciudades han implementado esta solución con éxito para el desarrollo las Smart Cities y han enfrentado diversos retos, algunos autores los presentan como restricciones y/o barreras de manera específica y otras variables en forma general; sin embargo, existe una brecha que depende de los contextos individuales de las ciudades, distritos o municipalidades.

El marco de referencia TOE (Technology Organization Environment) permite evidenciar el nivel de adopción de la tecnología válido para cualquier área o disciplina (soluciones tecnológicas, start-up de TI ecológicas, Cloud Computing, esto aplicado

pequeñas y medianas empresas, etc.), en este caso para la solución *Smart Waste Management*, en donde para cada aspecto de adopción se relaciona con una métrica que nos permitirá evaluar su impacto.

Las smart cities ofrecen grandes beneficios, sin embargo, también conllevan grandes riesgos que son necesarios considerar desde su concepción, diseño y a lo largo de toda su vida útil. El enfoque de los riesgos expuestos por Shayan, S.& Kim, K.P.& Ma, T.& Nguyen, T.H.D. (2020) se asocian directamente a tres (03) factores del modelo planteado (dejando a lo ambiental como problema a solventar) estos deben ser tomados en cuenta al implementar soluciones de inteligentes y para el caso particular de la investigación en cuanto se implementen soluciones de *Smart Waste Management* y su posterior adopción.

CAPÍTULO III: MODELO DE INVESTIGACIÓN

En el presente acápite, se desarrolla los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad emergente de América Latina, donde se expone un modelo de investigación que está compuesto por factores críticos soportados por tópicos que fueron hallados en la literatura. El objetivo del modelo planteado es medir la significancia de los factores de adopción de *Smart Waste Management*. Inicialmente, se detalla el Sistema *Smart Waste Management* propuesto para ciudad emergente de América Latina, que se relacionan con tópicos, lo que luego son categorizados y contribuyen con los factores críticos de adopción (Tabla III-1.)

3.1. Sistema *Smart Waste Management* propuesto

De la revisión de la literatura, el sistema *Smart Waste Management* es parte de un sistema más grande que es el Smart City, dado que las ciudades desarrolladas han implementado esta filosofía de gobierno con tecnología orientada al ciudadano. En consecuencia, según Fatimah et al. (2020), presentan cinco (5) dimensiones: Gubernamental, Social, Económica, Ambiental y Tecnología, los cuales que para fines del modelo de investigación se unen las dimensiones Social y Económica en Socioeconómica, que por consecuencia las dimensiones resultantes son: (1) *Gubernamental*, (2) *Socioeconómica*, (3) *Ambiental* y (4) *Tecnología*, El presente trabajo propone un sistema *Smart Waste Management* para un contexto de una ciudad en vías de desarrollo en América Latina (Figura III.1).

a) Dimensiones del sistema

El marco de referencia de la presente tesis para la gestión de residuos sostenible e inteligente está soportado por 4 dimensiones que componen el sistema *Smart Waste Management* para una ciudad en vías de desarrollo para Latinoamérica, que deberá tener las siguientes características:

- Generar valor económico al optimizar con tecnología los procesos y servicios.
- Brindar datos on-line e información para la toma de decisiones.
- Atender la alta cantidad de residuos que se generan por el crecimiento urbano.
- Disponibilidad óptima del servicio ante cualquier contexto o necesidad.
- Mejorar la participación de la sociedad.
- Generación de economía garantizando la seguridad y salud.

1. Dimensión Gubernamental

Esta perspectiva comprende todo lo relevante a la gobernanza de un sistema de gestión de residuos desde el aspecto clave de la gestión, legislación y supervisión, en donde es necesaria la participación de todos los actores de los diferentes sectores del gobierno (central y local), e inclusive la gobernanza en la entidad privada que ha adoptado la gestión de residuos como parte de su cultura organizacional. Esta dimensión tiene características como el enfoque de uso de tecnologías de la información dentro de la gestión de residuos, el enfoque colaborativo asegurando la participación del gobierno con la industria y la sociedad, políticas, estrategias, regulación y planes con enfoque de gobierno digital.

2. Dimensión Socioeconómico

La perspectiva socioeconómica, representa todo aquello relacionado a componentes sociales y económicos. Lo social, vinculado a la sociedad (una comunidad de ciudadanos que habitan un territorio en donde comparten normas y respetan el marco legal), por otro lado lo económico se sujeta de la economía (gobierno de recursos limitados para la satisfacción de necesidades y/o exigencias de los habitantes de un determinado territorio). Esta dimensión permite conjugar la sociedad respecto a la economía por lo que es relevante referenciar el impacto social y económico, y así como también la financiación del sistema de gestión inteligente de residuos, servicio orientado al ciudadano donde la cultura y educación cumple un papel importante.

3. Dimensión Ambiental

El alcance ambiental engloba las relaciones de la solución inteligente de gestión de residuos respecto al impacto ambiental y las acciones preventivas, por lo que es importante tener en cuenta aspectos como la gestión ambiental sostenible, clasificación eficiente de residuos, y renovación de sus procesos.

4. Dimensión Tecnología

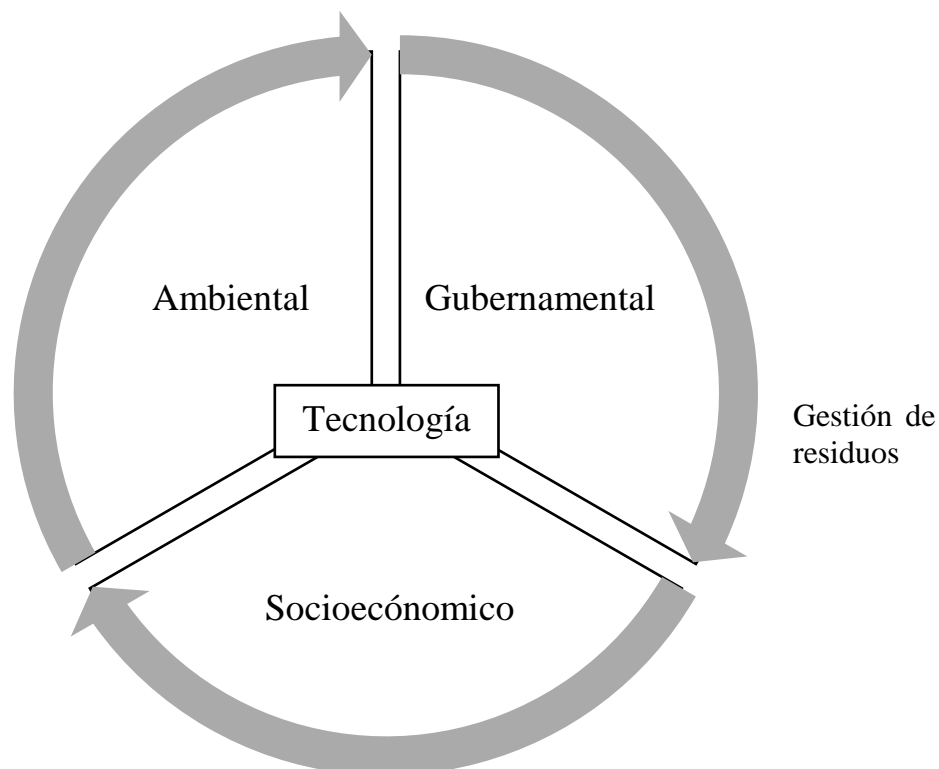
La tecnología como habilitador inteligente para soluciones sostenibles en gestión de residuos (parte central del sistema), cumple un rol importante desde la recolección, transporte y tratamiento de residuos, en donde será necesario utilizar una arquitectura

tecnológica (gestión de la información en tiempo real, operación y monitoreo del servicio de manejo de residuos, e inteligencia del negocio) y que soporte todo el sistema beneficiando a los ciudadanos, por lo que la difusión de la tecnología y, calidad y eficiencia de sistema *Smart Waste Management* soporta la operatividad del servicio, por lo que el tomar en cuenta la convergencia e integración de tecnología y comunicación, e incorporación de tecnología emergente son aspectos a considerar para la implementación de este sistema inteligente y sostenible.

b) Sinergias entre las dimensiones con el centro del sistema

En el centro del sistema se encuentra la gestión de la información producto de la interacción de IoT y las tecnológicas de la información, en donde se integra a una infraestructura adecuada, para que el flujo de datos en la cadena de valor de la solución *Smart Waste Management* beneficie a un eficiente, óptimo y sostenible servicio de gestión de residuos. La tecnología actúa como un habilitador inteligente de las otras dimensiones (Gubernamental, Socioeconómico y Ambiental) de manera que agregan valor a la gestión de residuos en una determinada ciudad.

Figura III.1. Sistema *Smart Waste Management* propuesto



Elaboración: Autores de esta tesis.

3.2. Factores para la adopción de *Smart Waste Management*

Los tópicos relacionados a la adopción de *Smart Waste Management* referenciados por los autores, que están listados en la Tabla II-2, los cuales son categorizados en factores críticos de adopción (FCA) a los que también se denomina dimensión para el modelo propuesto.

a) Definición de factor crítico de adopción

Según Bullen, C. y Rockart, J. (1981), los factores críticos son importantes ya que identifican asuntos para que las personas que toman las decisiones puedan centrar su atención de manera constante, ya que estos representan a los pocos factores que realmente son críticos para una determinada gestión exitosa, así mismo, es necesario que los factores críticos de éxito hallados sean analizados y medidos para que los responsables logren los objetivos planteados. Se deberá evaluar continuamente la actuación de cada una de las áreas y dar acceso a la información que se derive de dicha actividad. Adicionalmente, según Pollalis & Grant (1994), los factores más importantes relacionados con el éxito son aquéllos que están relacionados con los objetivos y metas de la organización.

Con lo anteriormente citado, se detalla que el factor crítico es el área que identifica asuntos importantes que están ligados con la estrategia de la organización (público o privado) y que son referenciados por las personas quienes toman decisiones y en el caso de adopción tecnológica se usa el marco de referencia TOE, que estudia aspectos de tecnología, entorno y organización. (Ahmed, I., 2020).

En base a Fatimah et al. (2020), plantean un marco fundamental de un sistema de gestión de residuos sostenible e inteligente, donde se considera las cuatro (04) dimensiones o factores críticos de adopción: (1) *Gubernamental*, (2) *Socioeconómico*, (3) *Ambiental* y (4) *Tecnología*, cada uno con características propias definidas, que son soportados por tópicos a considerar para los factores críticos de adopción (FCA). Los tópicos se categorizaron en sus respectivos factores críticos con un análisis de dependencia y pertenencia.

Tabla III-1. Tópicos de los factores críticos de adopción

Ítem	Tópicos	Factores críticos de adopción (FCA)
T1	Enfoque de uso de las tecnologías de la información	Gubernamental
T2	Enfoque colaborativo	
T3	Gobierno Digital	
T4	Impacto Económico	Socioeconómico
T5	Impacto Social	
T6	Financiación	
T7	Cultura y Educación	
T8	Orientado al Ciudadano	Ambiental
T9	Sostenibilidad	
T10	Renovación de procesos	
T11	Clasificación eficiente de residuos	
T12	Difusión de la tecnología	Tecnología
T13	Calidad y eficiencia de servicio	
T14	Convergencia e Integración de Tecnología y Comunicación.	
T15	Incorporación de Tecnología Emergente	

Elaboración: Autores de esta tesis.

En la Tabla III-2 se resume los tópicos a considerar en cantidades asociadas a los factores críticos de adopción, los que constituyen el modelo de sistema *Smart Waste Management* propuesto.

Tabla III-2. Cuantificación de los tópicos por FCA

Ítem	Factores críticos de adopción (FCA)	Tópicos
1	Gubernamental	3
2	Socioeconómico	5

Ítem	Factores críticos de adopción (FCA)	Tópicos
3	Ambiental	3
4	Tecnología	4
	Total	15

Elaboración: Autores de esta tesis.

b) Descripción de factores de adopción

Seguidamente, se especifican los factores críticos de adopción propuestos que son las dimensiones del sistema *Smart Waste Management* propuesto, y en adicional se con sus tópicos que soportan la dimensión.

El factor crítico denominado Gubernamental, contiene tópicos como: enfoque de uso de las tecnologías de la información, enfoque colaborativo, y gobierno digital. Los autores coinciden que la participación activa del Gobierno como organizador, regulador y supervisor; el sector privado con su capacidad tecnológica y la ciudadanía que es el centro del Sistema *Smart Waste Management*, son vitales.

El factor crítico Socioeconómico como factor crítico de adopción, contiene tópicos relacionados al impacto económico y financiero de este tipo de servicio para que el Sistema *Smart Waste Management* sea sostenible y viable. Así mismo, desde lo social se tiene factores que aportan en cultura y educación, orientado al ciudadano, impacto social, donde el ciudadano es el principal beneficiario.

Respecto al factor crítico de adopción Ambiental se vincula con tópicos: sostenibilidad, renovación de procesos y clasificación eficiente de residuos, siendo lo ambiental el fin del sistema propuesto *Smart Waste Management* orientado al ciudadano de manera responsable.

El factor crítico denominado Tecnología cumple una función central como componente habilitador inteligente para el servicio de gestión inteligente de residuos con base en una infraestructura que combina muchas tecnologías para cada parte del proceso de manejo de residuos a lo que se compone de los siguientes tópicos: difusión de la tecnología, calidad y eficiencia de servicio, convergencia e integración de tecnología y comunicación, e incorporación de tecnología emergente.

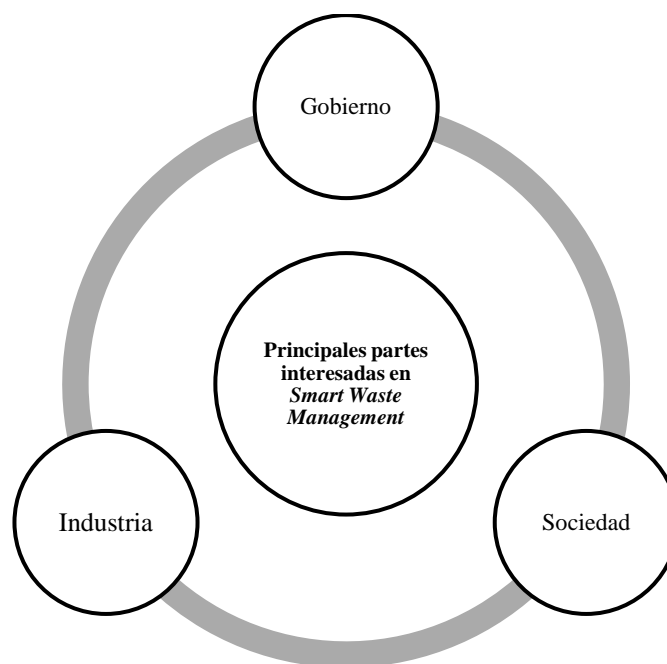
3.3. Partes interesadas y juicio de expertos

Con el objetivo de seleccionar el juicio experto, se empieza con la identificación de las partes interesadas del sector gestión de residuos con tecnología. Es fundamental contar con personas con los conocimientos y experiencias apropiadas en el sector en el que se desempeña como: organizaciones públicas, la industria y los ciudadanos (Figura III.2).

a) *Identificación de actores*

Según Sharma, M., et al. (2020), plantean que un sistema de *Smart Waste Management* tiene un enfoque de responsabilidad transversal e integrada de los organismos públicos, el sector industrial y los ciudadanos. En ese sentido (Simonofski et al., 2019), mencionan que las principales partes interesadas son el gobierno, los proveedores de este tipo de servicios (tecnológicos y de operaciones) y los ciudadanos. Es importante involucrar a las partes interesadas desde la concepción del servicio inteligente de gestión de residuos (Barns, S. 2018).

Figura III.2. Partes interesadas de *Smart Waste Management*



Elaboración: Autores de esta tesis.

1. Gobierno

El sector Gobierno está compuesto por todos los organismos del aparato estatal relevantes al tema de políticas, estrategias, legislación, normatividad y ejecución del servicio de manejo de residuos en el Perú:

- Los Gobiernos Regionales, entre otras funciones, les corresponde promover y preservar la salud ambiental en la región, así como implementar el sistema regional de gestión ambiental en coordinación con las Comisiones Ambientales Regionales.
- Los Gobiernos o Municipios Provinciales, según la Ley General de los Residuos Sólidos, son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción.
- Gobiernos o municipios distritales, según la Ley General de los Residuos Sólidos, son responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos y la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción. Los residuos sólidos deberán ser conducidos hacia la planta de tratamiento, o al lugar de disposición final autorizado por la municipalidad provincial.
- La Municipalidad Metropolitana de Lima en su función de mejorar y optimizar la gestión y manejo de los residuos sólidos a nivel metropolitano desarrolló el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) involucrando activamente a todos los actores de la gestión como los generadores, las empresas de prestación de servicios y de comercialización de residuos, las entidades de fiscalización y control ambiental, entre otros.
- La Defensoría del Pueblo, en el deber de supervisar el cumplimiento de las obligaciones estatales de prevenir y controlar la contaminación ambiental a fin de garantizar a las personas un suelo, agua y aire que no comprometan su salud.
- La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), adscrita al Ministerio de Salud, se encarga de los aspectos técnicos sanitarios de todo el proceso de manejo de residuos sólidos, su manejo en los centros de atención de salud y los generados en campañas sanitarias
- La Contraloría General de la República, a través de su Gerencia de Medio Ambiente y Patrimonio Cultural, y dentro del Sistema Nacional de Control, se

encarga de realizar la Gestión Ambiental a los municipios provinciales y distritales, orientadas principalmente a la Gestión de Residuos Sólidos.

- El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) es la encargada de fortalecer la fiscalización ambiental de la Municipalidad Metropolitana de Lima y Municipalidades Distritales, de forma que estas puedan ejecutar las acciones de supervisión correspondientes y sancionar a los infractores que realicen un mal manejo de los residuos sólidos.

2. *Industria*

La Industria del sector gestión de residuos está compuesta por los proveedores de tecnología, las consultoras de TI y los operadores que aportan el conocimiento técnico y de gestión necesaria para dar viabilidad a soluciones de esta naturaleza.

- Empresas proveedoras de tecnología, dado que el Sistema *Smart Waste Management* tiene una base de infraestructura tecnológica se tiene las siguientes compañías del sector: dedicados a la gestión integral con inteligencia artificial de la infraestructura de IoT, los que poseen Know-how específicos verticales en tecnología IoT y en varios fabricantes tecnológicos, correspondiente al almacenamiento, gestión y analítica de datos, los proveedores de telecomunicaciones, proveedores de todo el ecosistema de IoT (hardware y software).
- Empresas operadoras del sector gestión de residuos, se componen por todas las compañías asociadas a las operaciones vinculadas al manejo de desechos en sus diferentes fases del proceso (segregación, almacenamiento, recolección y transporte, transferencia, tratamiento y disposición final), que son definidas en el alcance del contrato de servicio suscrito con la autoridad gubernamental correspondiente.

3. *Sociedad*

Está compuesta por todos los beneficiarios del sistema *Smart Waste Management* como son los residentes y visitantes del distrito. Dado a su actividad serían los comerciantes de las diferentes áreas de producción y comercio, los habitantes de la zona urbana y los visitantes que acuden a los espacios de comercio, recreación y turismo.

b) *Especificación de juicio experto*

De la identificación de las partes interesadas del servicio *Smart Waste Management* para el presente caso, se efectúa la selección de los profesionales para el juicio de expertos en siguientes sectores:

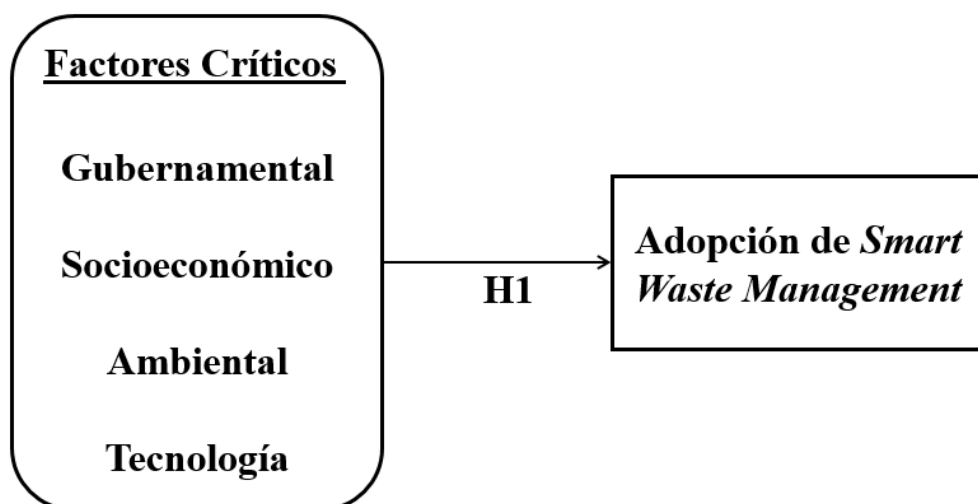
- Industria.
- Gobierno y organismos reguladores.
- Académicos.

3.4. Desarrollo del modelo de investigación

En la Tabla III-1. Tópicos de los factores críticos de adopción detalla el modelo de investigación que contiene un constructo referenciado en 4 componentes o Factores Críticos de Adopción: Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología, que son las dimensiones del modelo de investigación planteado. El constructo asociado a la variable dependiente es la Adopción de *Smart Waste Management*, y otra como variable independiente que son los factores críticos propiamente dicho.

El modelo de investigación tiene como objetivo medir la significancia de los factores propuestos para la adopción de *Smart Waste Management* para así responder la pregunta de investigación de la tesis: ¿Cuáles son los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo de América Latina?, seguidamente se presenta la relación de las variables en el modelo desarrollado.

Figura III.3. Modelo de investigación planteado



Elaboración: Autores de esta tesis.

Hipótesis general de la investigación:

Hipótesis H1. Los Factores Críticos tienen impacto en la adopción de Smart Waste Management.

a) Lo Gubernamental y la adopción de Smart Waste Management

El aspecto gubernamental cumple un papel importante ya que la gobernanza necesita tener un enfoque de uso de las tecnologías de la información (internet de las cosas, cloud computing, big data, etc) lo cual es necesario la transformación los procesos de gestión de residuos (Zhang, A., et al., 2019) y con datos abiertos (disponibilidad) del proceso para las partes interesadas (Fatimah et al., 2020) para que se utilicen eficientemente de recursos de la ciudad. (Nizetic, S., 2019).

El gobierno se convierte en el organizador de partes interesadas con un enfoque colaborativo y centrado en el ciudadano (Ben Yahia, N. 2019), este rol del gobierno como organizador (Simonofski et al., 2019; Barns, S. 2018; Evans et al., 2019), contribuye al fomento de la inversión privada (Evans et al., 2019; Barns, S. 2018), y la administración pública digitalizada. (Neirotti et al.,2014; Chourabi et al., 2012)

En un entorno donde es necesario que se aplique una gobernanza inteligente con enfoque de gobierno digital, con las políticas, marco normativo y planes de desarrollo (Lopes, N., 2017) debidamente abordados para potenciar la innovación en la implementación (Lopes, N., 2017; Larios, V. 2015) en una administración pública digitalizada. (Neirotti et al.,2014; Chourabi et al., 2012), lo que asegura la aceptación de este nuevo manejo de residuos con tecnología orientada al ciudadano.

Este factor de gobernanza (para los sectores públicos o privados), evidencia la importancia fundamental para la adopción de nuevas soluciones de vanguardia respeto a gestión de residuos, por lo que diferentes autores convergen en un alto grado de valoración sobre todo para el Gobierno Local y áreas de las organizaciones encargadas de la gestión de residuos, siendo este factor de relevancia positiva.

Subhipótesis H1a. El Factor Crítico Gubernamental tiene impacto en la adopción de Smart Waste Management.

b) La Socioeconómico y la adopción de Smart Waste Managemnet

Dado que el sistema a adoptar es un servicio *Smart Waste Management* tiene aristas socioeconómicas respecto al impacto económico, la rentabilidad del servicio (Adapa, 2018; Hung,Q.,et al., 2019; Fataniya et al., 2019) debe ser abordado responsablemente por los interesados ya que los costos son altos mientras los ingresos obtenidos suelen ser bajos, por lo que la reducción de costos operativos (Khoa,T., 2020) como beneficio de usar tecnología permite maximizar los beneficios económicos, a lo que también es necesario la selección adecuada de proveedores en la cadena de suministro circular (Kannan et al., 2020).

El impacto social dado la reducción de residuos y la creación de empleo (Kannan et al., 2020) son beneficios intrínsecos de la adopción de una economía circular y más aún si se atiende al sector informal (Aparcana, S. 2016) que en los países en vías de desarrollo tiene el rol de “recolector local” independiente sin los cuidados necesarios para ellos mismo y el medio ambiente.

La financiación del sistema de gestión inteligente de residuos contempla costos elevados de los servicios, por lo que es necesario un financiamiento sostenible (Bharadwaj, B. et al, 2020) en un sistema de financiamiento (Bharadwaj, B. et al, 2020) apropiado a cada ciudad y realidad.

Desde la perspectiva de la cultura y educación, un sistema educativo que adapte y adopte tecnologías e innovación permitiría tener personal apropiado (Umachandran et al., 2019)., en esa línea, el disponer de personal calificado (Fatimah et al., 2020) con las capacidades para la implementación de la solución inteligente de tratamiento de desechos, sumado al aspecto cultural del día a día del ciudadano (Fatimah et al., 2020) al uso de este tipo de tecnologías, soportan soluciones smart para la ciudad.

Lo orientado al ciudadano, donde la participación ciudadana (Simonofski, A., et al., 2017; Kim, H., 2017) para generar bienestar (Fan et al., 2021; Kulkarni et al., 2010), y promover la inclusión social (Neirotti et al., 2014), genera ese compromiso al cambio de mentalidad en lo que respecta al tratamiento de desechos en la localidad u organización.

En esa línea, el factor socioeconómico cobra relevancia ya que afecta directamente a las partes interesadas, por lo que hace que sea un factor con valoración de efecto positivo.

Subhipótesis H1b. El Factor Crítico Socioeconómico tiene impacto en la adopción de Smart Waste Management.

c) Lo Ambiental y la adopción de Smart Waste Management

El tema ambiental es el objetivo principal del sistema inteligente de manejo de residuos, por lo que la sostenibilidad de la gestión de residuos a la búsqueda de equilibrio. (Haarstad, H., & Wathne, M. W., 2019) es importante para lograr atender el desafío de la eliminación de residuos (Shan, J., et al., 2019) de manera responsable y así cumplir con las necesidades de adaptación (Ahmad, N., & Mehmood, R., 2015) de sistemas inteligentes para entornos urbanos.

La renovación de procesos, pero dentro de una cadena de valor orientada al ciudadano produce mejoras en el manejo de residuos donde se mejora la habitabilidad de la ciudad (Kannan et al., 2020) con orientación al ciudadano (Sarc et al., 2019).

Para la clasificación eficiente de residuos es necesario los cambios en las formas tradicionales de recolección (Zhang, L.-P., & Zhu, Z.-P., 2020) para así aminorar la contaminación del ambiente y reducción de riesgos en la operación de recolección (Bibri, S., 2018), con una visión de gestión eficiente de residuos analizando alternativas. (Ustohalova V., 2011).

Por consiguiente, el factor ambiental es de esperar que tenga un impacto positivo de por sí como ya que el modelo corresponde a un sistema inteligente y sostenible de manejo de residuos.

Subhipótesis H1c. El Factor Crítico Ambiental tiene impacto en la adopción de Smart Waste Management.

d) La tecnología y la adopción de Smart Waste Management

La tecnología en su rol de ente inteligente catalizador es soportada por la difusión de la tecnología que desde el aporte del paradigma tecnológico con sus características transformadoras de un servicio (Neirotti et al., 2014), que ayuda a impulsar la adopción de las TIC (Tang, T., & Ho, A., 2019), esto con el fin de mejorar la entrega del servicio donde su percepción se considera determinante (Bonilla, L. & López-Bonilla, 2011).

La calidad y eficiencia de servicio que se ve reflejada en el enrutamiento para menor retraso en el recojo de residuos (Zeb, A., et al., 2019), sumado a la eficiencia energética (Bibri, S., 2018), hace que la correcta planificación del servicio (Alvarado López, R., 2017) conlleva a buscar ese equilibrio entre el ciudadano y el medio ambiente donde habita.

Por otro lado, la convergencia e integración tecnología y comunicación es clave para la implementación de una solución de *Smart Waste Management* donde las tecnologías son impulsores de iniciativas para soluciones inteligentes (Chourabi et al., 2012), para el desarrollo de soluciones innovadoras (Simonofski, A., et al., 2017), como es el caso de gestión de residuos, en donde las soluciones cumplen con las necesidades (Marques, P., et al., 2019) que solicita la demanda en la ciudad u organización.

La incorporación de Tecnología Emergente para optimizar procesos de recojo de residuos (Castro, A., et al., 2017) generan una gestión dinámica de residuos (Gutierrez, J., et al., 2015) ya que son previamente procesados y así poder implementar estrategias para el tratamiento de residuos, este procesamiento de información relevante del servicio (Gutierrez, J., et al., 2015; Xulong L., Xujin P. & Xiaohua H, 2020) son asociados a Big Data donde soporta modelos comerciales y por ende permite optimizar servicios como *Smart Waste Management* con tecnología.

El factor tecnología por los argumentos citados, es adecuado esperar que se establezca con un factor de efecto positivo.

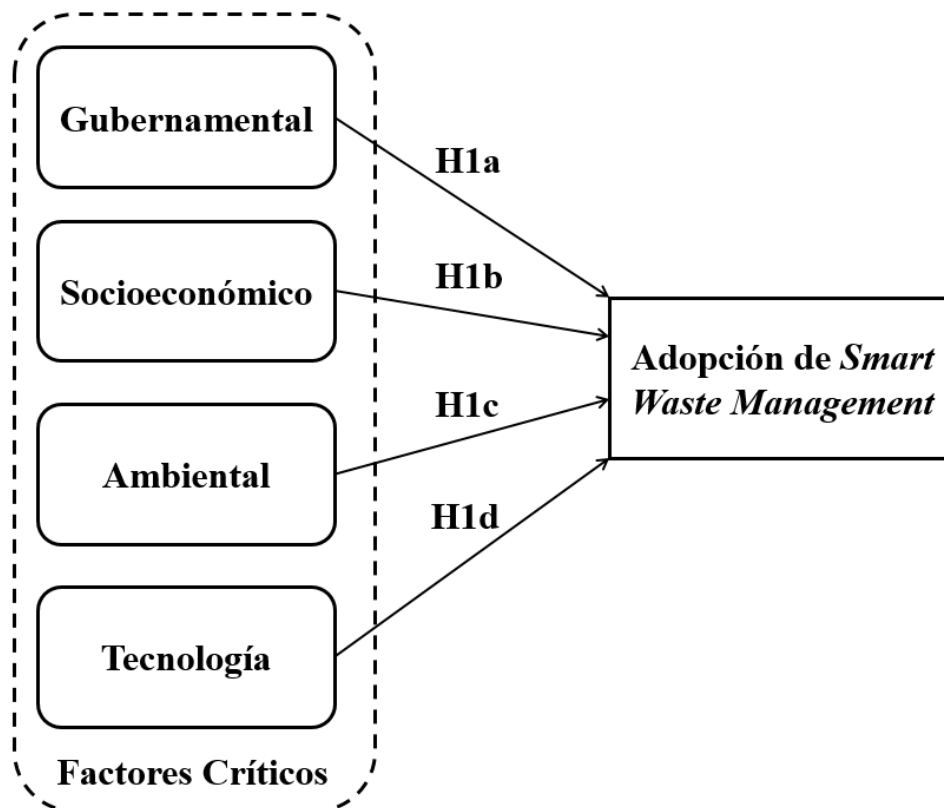
Subhipótesis H1d. El Factor Crítico Tecnología tiene impacto en la adopción de Smart Waste Management.

3.5. Conclusiones del capítulo

En este apartado, se ha desarrollado el modelo de investigación para la presente tesis, planteando factores críticos de adopción. Las dimensiones del Sistema *Smart Waste Management* propuestas coinciden con los factores críticos de adopción para el modelo de investigación (Figura III.3. Modelo de investigación propuesto). Adicionalmente, se ha hallado los sectores de las personas que participarán de la encuesta (sector gobierno, el sector privado como la industria, organismos reguladores y del ámbito académico)

La composición del modelo de investigación es de dos (2) constructos, de los cuales uno (1) es la variable independiente y uno (1) solo es la variable dependiente. El objetivo del presente modelo es medir si los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* son de impacto positivo y por esa razón se han especificado cuatro (4) subhipótesis (H1a, H1b, H1c y H1d).

Figura III.4. Modelo de investigación ampliado



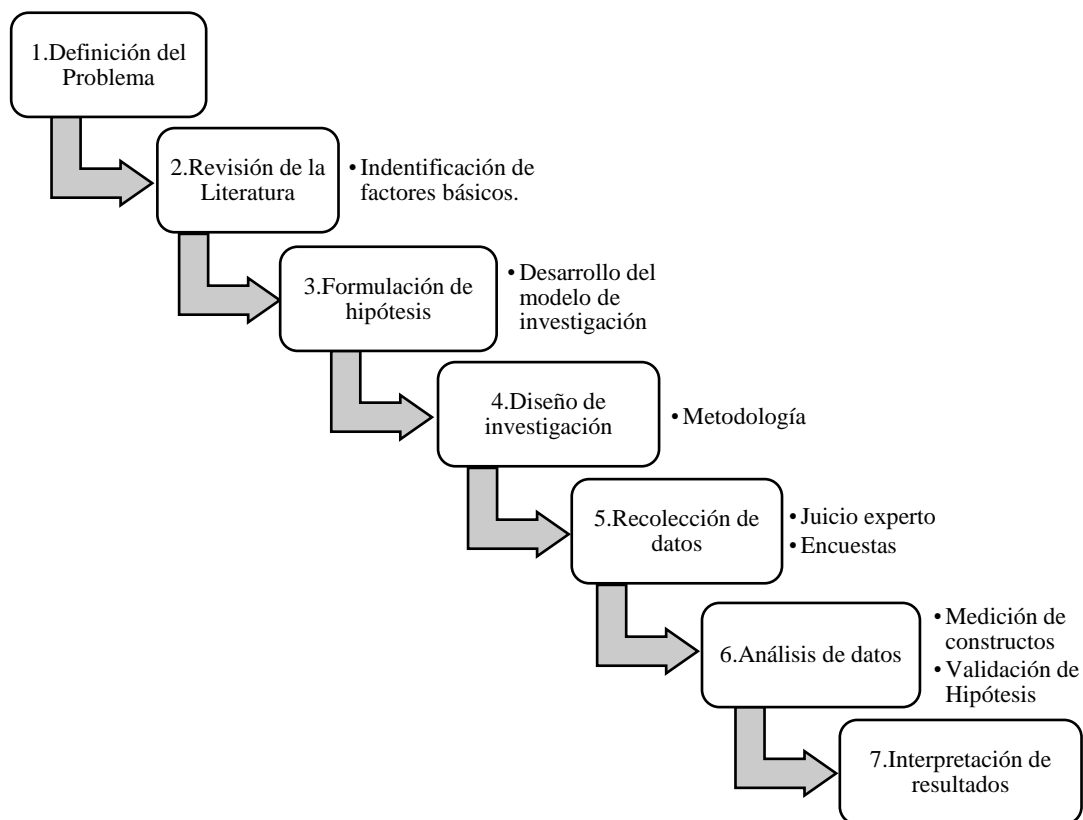
Elaboración: Autores de esta tesis.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El presente capítulo concibe el desarrollo de la metodología de trabajo y se organiza en diversas etapas que permiten evaluar la medición del método, los constructos del modelo, la identificación del juicio experto encuestado y el diseño del instrumento de medición del modelo de investigación propuesto.

En la Figura IV.1 se muestra la secuencia metodológica utilizada para el desarrollo de la presente investigación, la cual está basada en el modelo investigación propuesto por Arbaiza (2014) y compuesto por siete etapas.

Figura IV.1. Secuencia metodológica



Fuente: Basado en el proceso de investigación de Arbaiza, 2014.

Elaboración: Autores de esta tesis.

4.1. Diseño

El modelo de investigación propuesto contiene dos constructos, una hipótesis general tal como se muestra en la Figura III.3 del modelo propuesto. Adicionalmente, en la Figura III.4, se detalla las subhipótesis en el modelo ampliado.

De manera preliminar se realiza una recolección de datos iniciales mediante estudio cualitativo a través de entrevistas no estructuradas a expertos de diferentes partes interesadas. Las entrevistas estuvieron conformadas por 6 preguntas que pretendían conocer la problemática actual en gestión de residuos, los beneficios que se obtendrían de aplicarse una gestión inteligente de residuos y las estrategias para implementarlo, entre otras (ANEXO IV)

Los profesionales que fortalecieron con sus aportes a la presente tesis fueron elegidos considerando las partes interesadas obtenidas de la literatura y los que estuvieran relacionadas con la gestión de residuos; fueron 6 en total:

- Tres (03) representantes de empresas proveedoras de servicios relacionados a la gestión de residuos y soluciones Industriales, participantes del Programa Responsible Care® (Conducta Responsable) de la Sociedad Nacional de Industrial.
- Un (01) representante legal del organismo regulador encargado de la Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) adscrito al Ministerio del Ambiente.
- Dos (02) investigadores académicos responsables de proyectos ecosostenibles y con experiencia en implementación de soluciones de Smart con IoT en América Latina.

Los expertos permitieron aportar sustancialmente a la investigación y alcanzar una visión general de la gestión de residuos en un contexto actual.

De igual manera para poder determinar la validez del contenido del instrumento se sometió a evaluación de juicio de expertos o Face Validity, mejorando el nivel de entendimiento de las preguntas que fueron implementadas producto de la revisión de la literatura y estandarizando términos específicos en gestión de residuos. De esa manera se obtuvo un instrumento final que terminó siendo evaluado por 85 encuestados.

Posteriormente, se aplicará el método cuantitativo que ayudará a demostrar la validez de las hipótesis planteadas a través de la explicación de correlación entre la variable independiente y la variable dependiente del modelo. El método aplicado en la investigación de la presente tesis; por su enfoque mixto, es de carácter cualitativa exploratoria, ya que se analizan características de los elementos observados; y por su finalidad, es cuantitativa correlacional, puesto que se busca dar a conocer factores

intrínsecos en los aspectos de adopción tomados como referencia del marco de referencia TOE (*Technology Organization Environment*).

Smart Waste Management es una solución aún nueva y con poco estudio en el contexto latinoamericano. Para obtener el resultado final se recogen opiniones que se basan en valores emocionales o culturales, los llamados juicios de valor que permite de manera cuantitativa explicar la significancia de las hipótesis propuestas. Esta información se obtiene por medio de un cuestionario conteniendo proposiciones que relacionan la variable independiente con la variable dependiente.

4.2. Aplicación

El instrumento de medición es conformado por un cuestionario que permite medir la relación cuantitativa con respecto a la correlación de dos variables. Las variables relacionadas corresponden a los Factores Críticos para la Adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en América Latina. Se implementa mediante un cuestionario en línea, el cual obtiene los datos durante tres semanas. La encuesta se realiza por medio de SurveyMonkey y para la extracción de los datos recibidos se utiliza Microsoft Excel para la importación y análisis respectivo en SPSS.

El cuestionario contiene treinta y ocho preguntas, y una página final donde se busca recopilar datos del sector en el que se desempeña el encuestado, y el cargo que ocupa. Las respuestas de valoración son de tipo Likert, mediante un intervalo con valores del 1 al 5, donde el valor 1 es “Totalmente en Desacuerdo” y el valor 5 es “Totalmente de Acuerdo”. La Tabla IV-1 muestra la escala de valores de la encuesta. La duración aproximada de resolución del cuestionario es de aproximadamente 26 minutos.

Tabla IV-1. Valorización de las respuestas

Valor	Descripción
1	Totalmente en Desacuerdo
2	En desacuerdo
3	No sabe no opina
4	De acuerdo
5	Totalmente de Acuerdo

Elaboración: Autores de esta tesis.

La escala de Likert es una escala psicométrica comúnmente involucrada en la

investigación que emplea cuestionarios. Es el enfoque más utilizado para escalar las respuestas en la investigación de encuestas, de modo que el término se usa a menudo indistintamente con escala de calificación, aunque existen otros tipos de escalas de calificación.

La escala surge de las respuestas colectivas a un conjunto de elementos (generalmente ocho o más), y el formato en el que las respuestas se califican en un rango. Desde el punto de vista técnico, una escala Likert se refiere solo a la primera. La diferencia entre estos dos conceptos tiene que ver con la distinción que hizo Likert entre el fenómeno subyacente que se investiga y los medios para capturar la variación que apunta al fenómeno subyacente.

Al responder a un ítem Likert, los encuestados especifican su nivel de acuerdo o desacuerdo en una escala simétrica. Por lo tanto, el rango captura la intensidad de sus sentimientos por un elemento determinado.

Se puede crear una escala como la suma simple o el promedio de las respuestas al cuestionario. Muchos investigadores emplean preguntas de este tipo para fundamentar si las hipótesis están altamente correlacionadas o si también en conjunto confirman la dimensión de los factores del modelo en estudio.

En el Anexo V se muestra la encuesta en línea aplicada y contiene seis páginas con la siguiente estructura: bienvenida, objetivo del cuestionario, agradecimiento y las siguientes secciones de preguntas:

1. Sobre lo gubernamental (PGU).
2. Sobre lo socioeconómico (PSE).
3. Sobre lo ambiental (PAM).
4. Sobre la tecnología (PTE).
5. Sobre la adopción (PAA).

Las últimas 4 secciones de preguntas listadas contienen treinta y ocho (38) preguntas de valoración. En la Tabla IV-2 se muestran estas preguntas, las que comprenden afirmaciones que el encuestado evaluará con los valores entre 1 y 5, según

la Tabla IV-1.

Al finalizar la encuesta se solicita que el encuestado ingrese el perfil que posee de acuerdo a las opciones de: Investigador, Gerente, Docente, Consultor o Especialista, para posteriormente declarar su sector de desempeño: Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones, Gobierno, Ambiental y Otros, para hacer la estratificación correspondiente de la muestra.

Este cuestionario se realiza en línea optimizando el llenado del cuestionario por parte de los encuestados, recogiendo los datos a través de un hipervínculo que se comparte durante tres semanas. A algunos encuestados se les envió el cuestionario por segunda vez y se logró la respuesta que no se tuvo en un primer intento. Además del correo electrónico, se utilizaron otros mecanismos de envío para el acceso a la encuesta, tales como WhatsApp, LinkedIn y correo electrónico.

Tabla IV-2. Cuestionario

Dimensión	Ítem	N°	Preguntas
Respecto a lo Gubernamental	PGU1	1	El Enfoque de uso de las tecnologías de la información contribuye a implementar un sistema inteligente de gestión de residuos con datos abiertos hacia los interesados.
	PGU2	2	El Enfoque de uso de las tecnologías de la información favorece al equilibrio entre el uso de recursos y la generación de residuos.
	PGU3	3	La alianza del sector público y privado contribuye a implementar un servicio de gestión inteligente de residuos con tecnología que esté centrada en la ciudadanía y el ambiente.
	PGU4	4	El Gobierno Local en su rol de organizador del sector privado y la ciudadanía es vital para la viabilidad de un sistema inteligente de gestión de residuos.
	PGU5	5	El gobierno digital basado en políticas, marco normativo y planes de desarrollo enfocados en la gestión de residuos favorece la implementación e innovación de un servicio gestión de residuos con tecnología.
	PGU6	6	La administración pública digitalizada del Gobierno Local contribuye al desarrollo de la gestión inteligente de residuos.
Respecto a lo Socioeconómico	PSE1	7	La rentabilidad del servicio de la gestión inteligente de residuos aporta a la economía de la organización que la implementa.
	PSE2	8	Una gestión inteligente de residuos contribuye a la reducción de costos operativos.
	PSE3	9	La correcta selección de proveedores en la gestión inteligentes de residuos favorece a la reducción de costos.

Dimensión	Ítem	N°	Preguntas
	PSE4	10	El implementar un sistema de gestión inteligente de residuos aporta a una mayor generación de beneficios sociales a la ciudadanía.
	PSE5	11	La adopción de un sistema de gestión inteligente de residuos en las ciudades promueve la creación de empleo.
	PSE6	12	Los costos elevados de los servicios de gestión de residuos como limpieza pública contribuyen a buscar mayor presupuesto.
	PSE7	13	El optar por un sistema de financiamiento sostenible favorece a la implementación del servicio de gestión inteligente de residuos en ciudades en desarrollo.
	PSE8	14	El personal calificado y capacitado contribuye a la implementación de un sistema de gestión inteligente de residuos.
	PSE9	15	El aspecto cultural de la comunidad favorece a implementar una gestión inteligente de residuos.
	PSE10	16	La participación ciudadana contribuye a mejorar el diseño del servicio de gestión inteligente de residuos.
	PSE11	17	La gestión inteligente de residuos contribuye a la inclusión social en las ciudades.
Respecto a lo Ambiental	PAM1	18	La búsqueda de la sostenibilidad de una ciudad favorece a la implementación de un sistema inteligente de gestión de residuos.
	PAM2	19	La sustentabilidad (económicamente viable, medioambientalmente amigable y socialmente inclusiva) de un servicio de gestión de residuos con tecnología favorece a su implementación en una ciudad.
	PAM3	20	La gestión de residuos con tecnología contribuye a implementar mejoras en los procesos operativos de la gestión de residuos aumentando la calidad de vida de los ciudadanos.
	PAM4	21	La transformación de procesos operativos en la gestión de residuos con tecnología favorece en un servicio orientado al ciudadano y medioambiente.
	PAM5	22	La clasificación eficiente de residuos con el uso de tecnología favorece a la menor contaminación ambiental.
	PAM6	23	La clasificación eficiente de residuos con tecnología aporta a la reducción riesgos laborales del personal que opera el servicio de gestión de residuos.
Respecto a la Tecnología	PTE1	24	La difusión de tecnología favorece el impulso de adopción de nuevas plataformas.
	PTE2	25	La difusión de tecnología contribuye a brindar un mejor servicio de gestión inteligente de residuos.
	PTE3	26	El Enrutamiento para menor retraso en el recojo de residuos aporta a la calidad y eficiencia del servicio de gestión inteligente de residuos.
	PTE4	27	La Eficiencia energética favorece a la calidad del servicio de una ciudad inteligente.
	PTE5	28	La Convergencia e integración de tecnologías y comunicaciones favorecen al impulso de las iniciativas para la gestión inteligente de residuos.
	PTE6	29	La Convergencia e integración de tecnologías y

Dimensión	Ítem	N°	Preguntas
			comunicaciones contribuye al desarrollo de soluciones innovadoras para la gestión inteligente de residuos.
	PTE7	30	La Convergencia e integración de tecnologías y comunicaciones aporta a que las soluciones cumplan con las necesidades y requerimientos de la ciudad.
	PTE8	31	La Incorporación de Tecnología emergente contribuye a la gestión y optimización de procesos de recojo de residuos.
	PTE9	32	La Incorporación de Tecnología emergente aporta al procesamiento de información relevante del servicio de gestión de residuos.
Respecto a la Adopción de <i>Smart Waste Management</i>	PAA1	33	La viabilidad de infraestructura tecnológica favorece al incremento de beneficios orientados al ciudadano en un sistema inteligente de gestión de residuos.
	PAA2	34	El uso de nuevas tecnologías que son percibidas como complejas no favorece a la adopción de un sistema de gestión inteligente de residuos.
	PAA3	35	Las iniciativas de convertirse en una ciudad inteligente contribuyen a la implementación de un sistema inteligente de gestión de residuos.
	PAA4	36	La disponibilidad financiera favorece a la implementación de un sistema inteligente de gestión de residuos.
	PAA5	37	El uso de las tecnologías de la información en un sistema inteligente de gestión de residuos a través de una plataforma unificada sería de amplia aceptación ciudadana.
	PAA6	38	La participación del sector privado son sus soluciones innovadoras apoyan a la implementación de un sistema inteligente de gestión de residuos.

Elaboración: Autores de esta tesis.

4.3. Análisis

El juicio experto está compuesto por diferentes profesionales que se desarrollan en entes gubernamentales, sector tecnología, empresas proveedoras de servicios de gestión de residuos, organismos reguladores e investigadores académicos. Estos expertos han sido definidos en base a las partes interesadas.

La gestión de los encuestados se realiza a través de contactos profesionales, por medio de una carta de invitación en primera instancia y otros medios para poder obtener respuesta.

Antes de la encuesta definitiva se coordinó con un grupo de 6 personas una entrevista de carácter cualitativo para realizar un *Face Validity* del cuestionario, lo cual ayudó a mejorar la calidad de las preguntas (Anexo V), obtener sugerencias y realizar la síntesis lo que permitió que las preguntas tengan una comprensión adecuada para las

personas encuestadas. Seguidamente se realizó un piloto que permitió validar la confiabilidad del instrumento obteniendo para cada una de las dimensiones un nivel alto de consistencia.

La encuesta en línea fue respondida por noventa personas, hallándose cinco encuestas de forma incompleta. Restando los errores encontrados, el número de encuestados da en total ochenta y cinco con una tasa de respuesta válida del 94 por ciento. Siendo los encuestados del sector TI y telecomunicaciones se juntaron en un sector TIC (tecnologías de la información y telecomunicaciones). Respecto a otros sectores, este aglomera personas del rubro industrial, comercio y construcción. En la Tabla IV-3, se muestra la clasificación de encuestados por sector, así como el porcentaje total correspondiente.

Tabla IV-3. Distribución de encuestados por sector

Sector	Cantidad	Porcentaje
TIC	36	43 %
Gobierno	14	16 %
Ambiental	18	21 %
Otros	17	20 %
Total	85	100 %

Elaboración: Autores de esta tesis.

Los sectores participantes en la encuesta se encuentran subdivididos en perfiles, a los que aportaron su juicio de valor desde su experiencia y competencia profesional, y los cuales los perfiles de la encuesta como investigadores y docentes se unieron en el perfil académico. (Tabla IV-4).

Tabla IV-4. Sectores por perfil de los encuestados

Perfil	Sector				Total	
	TIC	Gobierno	Ambiental	Otros Sectores		
Académico	5	2	8	3	18	21.2%
Gerente	7	0	1	3	11	12.9%
Consultor	7	3	2	6	18	21.2%
Especialista	17	9	7	5	38	44.7%
Total	36	14	18	17	85	100.0%

Elaboración: Autores de esta tesis.

En la Tabla IV-5 se muestra, el Alfa de Cronbach (α) obtenido para cada una de las dimensiones de la encuesta en línea final que demuestran la confiabilidad del instrumento.

Tabla IV-5. La confiabilidad del instrumento

Partes del instrumento	Alfa de Cronbach
Dimensión Gubernamental (PGU)	0.87
Dimensión Socioeconómico (PSE)	0.88
Dimensión Ambiental (PMA)	0.84
Dimensión Tecnología (PTE)	0.92
Aspectos Adopción de SWM (PAA)	0.75

Elaboración: Autores de esta tesis.

4.4. Medición

Los constructos que conforman el modelo de investigación se miden a través de los juicios obtenidos por las encuestas realizadas. Se diseñaron treinta y ocho preguntas de valoración con proposiciones afirmativas. Estas proposiciones contienen como variable independiente a los factores críticos (Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental, Tecnología) y como variable dependiente a los Aspectos de Adopción de *Smart Waste Management*, ambas representan los constructos del modelo propuesto donde la variable dependiente Y se explica por la variable independiente X.

La variable independiente X conformada por 4 dimensiones (Factores Críticos) agrupa distintos tópicos obtenidos y fundamentados en la revisión bibliográfica todas validadas con un nivel de confiabilidad alta.

La investigación se encuentra enfocada para una ciudad en vías de desarrollo de América Latina donde la variable X, “Dimensiones del sistema *Smart Waste Management*” y la variable Y, “Adopción de *Smart Waste Management*” obtenidas de la investigación de soluciones de *Smart Waste Management* se correlacionan entre sí. En la Figura III.4 se puede verificar tanto la relación de constructos del modelo cómo las subhipótesis relacionadas.

A cada pregunta se le da un juicio de valor como respuesta por parte de los encuestados, los datos obtenidos son cuantitativos con valores de 1 a 5 puntos. Se obtienen ochenta y cinco cuestionarios válidos con respuestas para las treinta y ocho

preguntas de valoración. Por lo que se genera un panel de 85x38, tal como se muestra en el Anexo VI.

De este modo, las ochenta y cinco respuestas de los encuestados cuentan con los siguientes estadísticos descriptivos para cada una de las dimensiones mostradas en la Tabla IV-6.

Tabla IV-6. Estadísticos descriptivos de las dimensiones y adopción

	N		Media	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo
	Válido	Perdidos					
Dimensión Gubernamental	85	0	4.22	4.00	4.00	1.00	5.00
Dimensión Socioeconómico	85	0	4.19	4.00	4.00	1.00	5.00
Dimensión Ambiental	85	0	4.21	4.00	4.00	1.00	5.00
Dimensión Tecnología	85	0	4.19	4.00	4.00	1.00	5.00
Adopción de <i>Smart Waste Management</i>	85	0	4.14	4.00	4.00	1.00	5.00

Fuente: Extraída del SPSS.

Elaboración: Autores de esta tesis.

Desde el punto de vista del descriptivo de tendencia central como la media de los resultados de juicio de valor obtenidos del cuestionario y recogidas de los 85 encuestados para cada una de las dimensiones es superior a 4, la cual evidencia que se ha tenido puntuaciones mayores a “No sabe no opina”. En la Tabla IV-7 se resumen las valoraciones por cada una de las Dimensiones (Factores Críticos) y la Adopción de *Smart Waste Management*.

Tabla IV-7. Valoraciones por dimensión y adopción

Valoración		Encuestados	Porcentaje válidos (porcentaje %)	Porcentaje acumulado (porcentaje %)
Dimensión Gubernamental	Totalmente en Desacuerdo	1	1.2	1.2
	En desacuerdo	0	0	0
	No sabe no opina	5	5.9	7.1
	De acuerdo	52	6.2	68.2

Valoración		Encuestados	Porcentaje válidos (porcentaje %)	Porcentaje acumulado (porcentaje %)
	Totalmente de Acuerdo	27	31.8	100.0
Dimensión Socioeconómico	Totalmente en Desacuerdo	1	1.2	1.2
	En desacuerdo	0	0	0
	No sabe no opina	4	4.7	5.9
	De acuerdo	57	67.1	72.9
	Totalmente de Acuerdo	23	27.1	100.0
Dimensión Ambiental	Totalmente en Desacuerdo	1	1.2	1.2
	En desacuerdo	0	0	0
	No sabe no opina	4	4.7	5.9
	De acuerdo	55	64.7	70.6
	Totalmente de Acuerdo	25	29.4	100.0
Dimensión Tecnología	Totalmente en Desacuerdo	1	1.2	1.2
	En desacuerdo	0	0	0
	No sabe no opina	7	8.2	9.4
	De acuerdo	51	60.0	69.4
	Totalmente de Acuerdo	26	30.6	100.0
Adopción de <i>Smart Waste Management</i>	Totalmente en Desacuerdo	1	1.2	1.2
	En desacuerdo	0	0	0
	No sabe no opina	3	3.5	4.7
	De acuerdo	63	74.1	78.8
	Totalmente de Acuerdo	18	21.2	100.0

Fuente: Extraída del SPSS.
Elaboración: Autores de esta tesis.

Las dimensiones del modelo propuesto que son los Factores Críticos contienen tópicos relacionados que sustentan el aporte para la Adopción de *Smart Waste*

Management, que a su vez este último contiene aspectos de adopción (Tabla IV-8). La media aritmética para los tópicos está por encima de 4, lo que indica que las valoraciones apuntan a “De Acuerdo”. Por el lado de los Aspectos de Adopción, la media es superior a 3,91 lo que indica que las apreciaciones están en “De acuerdo”.

Tabla IV-8. Valoración de los tópicos por cada dimensión y adopción

	Tópicos		Mínimo	Máximo	Media
Dimensión Gubernamental	T1	Enfoque de uso de las tecnologías de la información	1	5	4.34
	T2	Enfoque colaborativo	1	5	4.52
	T3	Gobierno Digital	1	5	4.27
Dimensión Socioeconómico	T4	Impacto Económico	1	5	4.24
	T5	Impacto Social	1	5	4.38
	T6	Financiación	1	5	4.16
	T7	Cultura y Educación	1	5	4.52
	T8	Orientado al ciudadano	1	5	4.35
Dimensión Ambiental	T9	Sostenibilidad	1	5	4.33
	T10	Renovación de procesos	1	5	4.25
	T11	Clasificación eficiente de residuos	1	5	4.47
Dimensión Tecnología	T12	Difusión de la tecnología	1	5	4.28
	T13	Calidad y eficiencia de servicio	1	5	4.35
	T14	Convergencia e Integración de Tecnología y Comunicación	1	5	4.15
	T15	Incorporación de Tecnología Emergente	1	5	4.24
Aspectos de Adopción					
Adopción de <i>Smart Waste Management</i> .	AD1	Incremento de beneficios de una plataforma de tecnología	1.00	5.00	3.91
	AD2	Incremento de retorno económico esperado	1.00	5.00	4.41
	AD3	Incremento de la aceptación ciudadana	1.00	5.00	4.26
N = 85.					

Fuente: Extraída del SPSS.

Elaboración: Autores de esta tesis.

La prueba estadística que se utilizará para evaluar la normalidad es la de Kolmogorov-Smirnov, ya que la encuesta tiene un N=85 por lo que es preciso utilizar este tipo de prueba ya que va acorde a muestras grandes como $N > 30$ y la significancia (α) es 0.05.

Tabla IV-9. Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Dimensión Gubernamental	Dimensión Socioeconómico	Dimensión Ambiental	Dimensión Tecnología	Adopción de <i>Smart Waste Management</i>
Sig. Asintótica (bilateral)	.000	.003	.000	.000	.000
N=85.					

Fuente: Extraída del SPSS.

Elaboración: Autores de esta tesis.

En la Tabla IV-9 se identifica que los datos no se aproximan a una distribución normal debido a que el p-valor $< \alpha$, donde la significancia asintótica (p-valor) para todas las dimensiones son menores a 0.05 de significancia (α).

Por lo que los datos no tienen una distribución normal se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para evaluar la diferencia significativa de los juicios de valor de los entrevistados por sector respecto al Factor Crítico o Adopción que varía en función al sector al que pertenece (Tabla IV-10), por lo que se define una significancia $\alpha = 0.05$.

Tabla IV-10. Prueba Kruskal Wallis de los sectores

	Dimensión Gubernamental	Dimensión Socioeconómico	Dimensión Ambiental	Dimensión Tecnología	Adopción de <i>Smart Waste Management</i>
Estadístico de prueba	2.139 ^{a,b}	.978 ^{a,b}	1.280 ^{a,b}	1.764 ^{a,b}	3.014 ^{a,b}
Grado de libertad	3	3	3	3	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.544	0.806	0.734	0.623	0.389
N=85.					
Sectores: TIC, gobierno, ambiental y otros sectores.					
a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.					
b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.					

Fuente: Extraída del SPSS.

Elaboración: Autores de esta tesis.

Para la dimensión Gubernamental, en la Prueba de Kruskal –Wallis se tiene una significancia asintótica igual a 0.544 (p-valor), lo que significa que el juicio de valor de los entrevistados de los diferentes ámbitos (TIC, gobierno, ambiental y otros sectores)

agrupados no tienen diferencia significativa respecto al Factor Crítico Gubernamental para la Adopción de *Smart Waste Management*, debido a que $p\text{-valor} > \alpha$ (0.05).

Para la dimensión Socioeconómico, en la Prueba de Kruskal –Wallis se tiene una significancia asintótica igual a 0.804 (p-valor), lo que significa que el juicio de valor de los entrevistados de los diferentes ámbitos (TIC, gobierno, ambiental y otros sectores) agrupados no tienen diferencia significativa respecto al Factor Crítico Socioeconómico para la Adopción de *Smart Waste Management*, debido a que $p\text{-valor} > \alpha$ (0.05).

Para la dimensión Ambiental, en la Prueba de Kruskal –Wallis se tiene una significancia asintótica igual a 0.734 (p-valor), lo que significa que el juicio de valor de los entrevistados de los diferentes ámbitos (TIC, gobierno, ambiental y otros sectores) agrupados no tienen diferencia significativa respecto al Factor Crítico Ambiental para la Adopción de *Smart Waste Management*, debido a que $p\text{-valor} > \alpha$ (0.05).

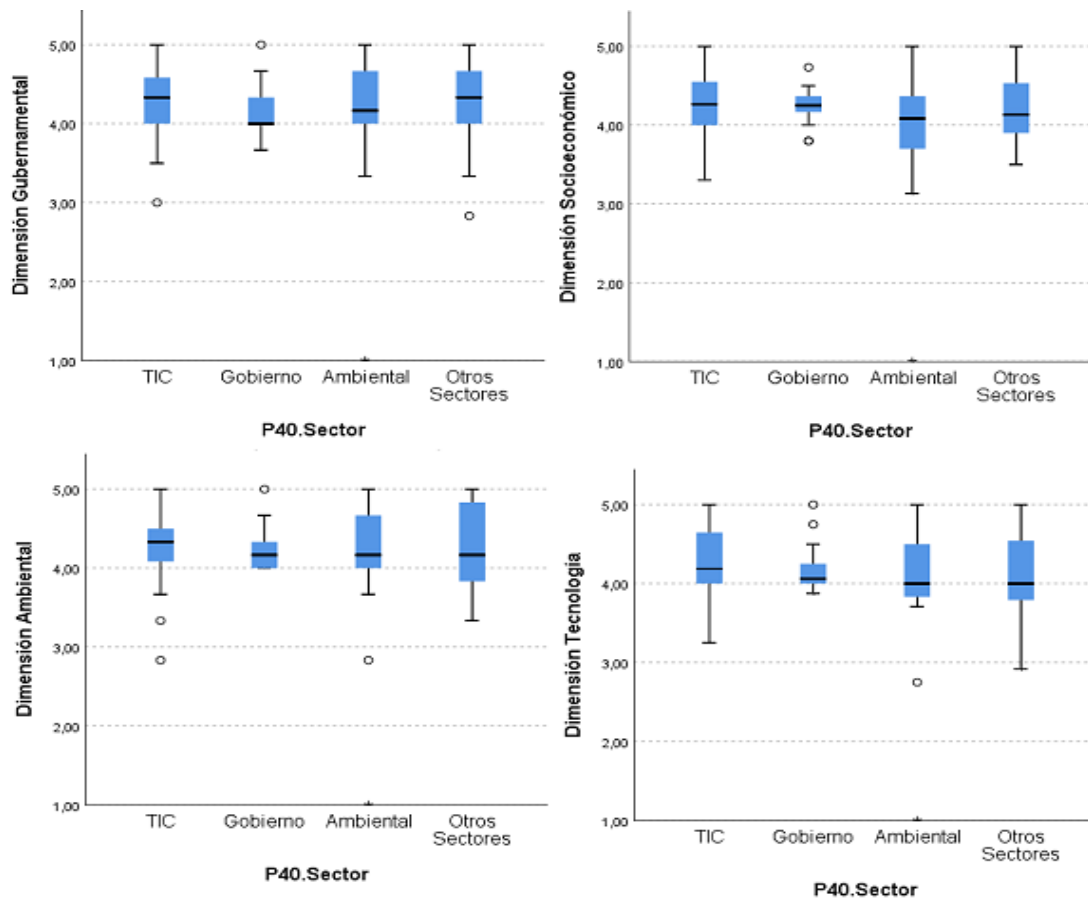
Para la dimensión Tecnología, en la Prueba de Kruskal –Wallis se tiene una significancia asintótica igual a 0.623 (p-valor), lo que significa que el juicio de valor de los entrevistados de los diferentes ámbitos (TIC, gobierno, ambiental y otros sectores) agrupados no tienen diferencia significativa respecto al Factor Crítico Tecnología para la adopción de *Smart Waste Management*, debido a que $p\text{-valor} > \alpha$.

Para la Adopción de *Smart Waste Management*, en la Prueba de Kruskal –Wallis se tiene una significancia asintótica igual a 0.389 (p-valor), lo que significa que el juicio de valor de los entrevistados de los diferentes ámbitos (TIC, gobierno, ambiental y otros sectores) agrupados no tienen diferencia significativa respecto a la Adopción de *Smart Waste Management* propiamente dicha, debido a que $p\text{-valor} > \alpha$ (0.05).

Desde el punto de vista de los comparativos con las respuestas de los sectores y con las dimensiones de la variable independiente (componentes de “X”) que están vinculadas a las subhipótesis del modelo de *Smart Waste Management* planteado, se presenta los gráficos *boxplot* (Figura IV.2.) donde se evidencia el comparativo de los sectores encuestados. Cada gráfica de la Figura IV.2 corresponde a una dimensión y así mismo las cajas corresponden a los sectores que participaron en la encuesta.

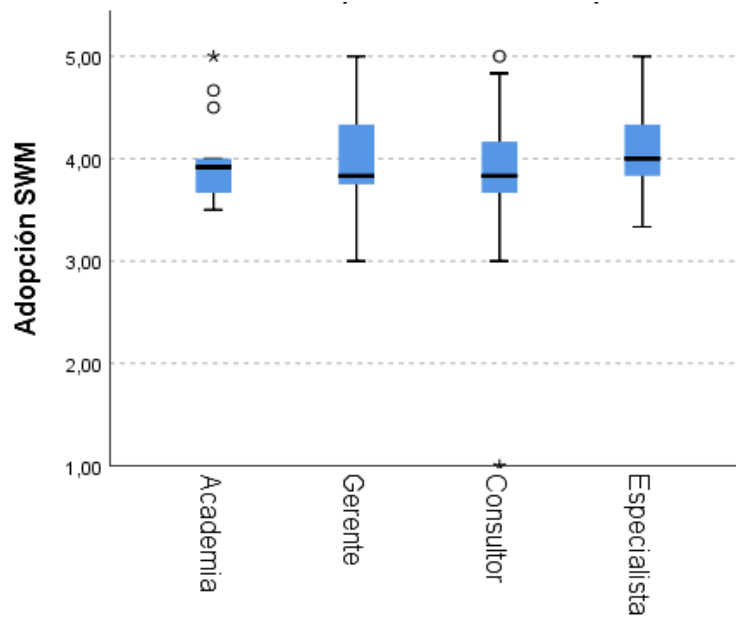
Comparando las respuestas de los sectores con la Adopción de *Smart Waste Management* (variable de “Y”) se presenta los gráficos *boxplot* (Figura IV.3.) donde se evidencia el comparativo de los sectores encuestados, donde las cajas corresponden a los sectores que participaron en la encuesta.

Figura IV.2. Comparación de valoraciones de los sectores por dimensión



Elaboración: Extraída del SPSS.

Figura IV.3. Comparación de valoraciones de los sectores respecto a la adopción



Elaboración Extraída del SPSS.

Para poder evaluar si los Factores Críticos o Dimensiones tienen relación con la Adopción de *Smart Waste Management* se utiliza el análisis de correlación de variables, cuyos resultados explican la intensidad de correlación (positiva o negativa) y el grado correspondiente en el juicio de valor sobre las subhipótesis del modelo propuesto. En este análisis se define como variable dependiente a la valoración promedio a la Adopción de *Smart Waste Management* y a la valoración promedio de las dimensiones Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología como variable independiente.

Se considera prueba no paramétrica Rho de Spearman a los 4 Factores Críticos (variable independiente) y el aspecto de adopción (variable dependiente) ya que no tienen una distribución normal. Para esta prueba de correlación (Rho de Spearman) se define una significancia $\alpha = 0.05$, lo que indica que si el p-valor es menor a $\alpha = 0.05$ demuestra que existe relación estadísticamente significativa entre las variables independiente y dependiente, que se interpreta como correlación. Adicionalmente, el coeficiente Rho de Spearman oscila entre el signo “-” (correlación negativa o inversa) y “+” (correlación positiva o directa), donde el valor 0 indica que no existe correlación entre las dos variables analizadas. Los resultados se muestran en la Tabla IV-11.

Tabla IV-11. Correlación Rho de Spearman

	Gubernamental	Socioeconómico	Ambiental	Tecnología	Adopción
Gubernamental	1.000	.597**	.607**	.733**	.457**
Socioeconómico	.597**	1.000	.765**	.744**	.609**
Ambiental	.607**	.765**	1.000	.783**	.606**
Tecnología	.733**	.744**	.783**	1.000	.594**
Adopción	.457**	.609**	.606**	.594**	1.000

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).
N=85.

Elaboración: Extraída del SPSS.

De los resultados obtenidos del cuestionario se evidencia la asociación directa significativa que tienen las dimensiones (Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental, Tecnología) con la variable dependiente (Adopción de *Smart Waste Management*). Todas las relaciones tienen un p-valor alrededor del 0.00, lo que demuestra la existencia de correlación entre las dimensiones (Factores Críticos) y la Adopción de *Smart Waste Management*, y esta correlación es positiva interpretándose que tiene impacto positivo. Esto permite validar las subhipótesis planteadas (H1a, H1b, H1c y H1d). Por lo tanto, la Hipótesis General H1 es válida.

Finalmente, se evidencia que las cuatro (4) dimensiones o Factores Críticos que conforman la variable independiente, se encuentran correlacionadas ya que pertenecen al mismo constructo (variable independiente).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se revisan los resultados hallados producto de la investigación junto con su correspondiente discusión.

5.1.Resultados de análisis descriptivo

Del total de la muestra, con una media de 4.22, el 93,8% de los encuestados (62% de acuerdo y 31.8% totalmente de acuerdo) percibe que la Dimensión Gubernamental con sus tópicos Enfoque de uso de las tecnologías de la información, Enfoque colaborativo y Gobierno Digital (con media que superan los 4.27, que entra en la valoración de “De Acuerdo”) aporta a la Adopción de *Smart Waste Management*; y el 7.1% de los encuestados (5.9% en no sabe no opina y 1.2% totalmente en desacuerdo) no percibe este aporte.

Del total de la muestra, con una media de 4.19, el 94.2% de los encuestados (67.1% de acuerdo y 27.1% totalmente de acuerdo) percibe que la Dimensión Socioeconómico con sus tópicos Impacto Económico, Impacto Social, Financiación, Cultura y Educación, y Orientado al ciudadano (con media que superan los 4.16, que entra en la valoración de “De Acuerdo”) aporta a la Adopción de *Smart Waste Management*; y el 5.9% de los encuestados (4.7% en no sabe no opina y 1.2% totalmente en desacuerdo) no percibe este aporte.

Del total de la muestra, con una media de 4.21, el 94.1% de los encuestados (64.7% de acuerdo y 39.4% totalmente de acuerdo) percibe que la Dimensión Ambiental con sus tópicos Sostenibilidad, Renovación de procesos y Clasificación eficiente de residuos (con media que superan los 4.25, que entra en la valoración de “De Acuerdo”) aporta a la Adopción de *Smart Waste Management*; y el 7.1% de los encuestados (4.7% en no sabe no opina y 1.2% totalmente en desacuerdo) no percibe este aporte.

Del total de la muestra, con una media de 4.19, el 90.6% de los encuestados (60.0% de acuerdo y 30.6% totalmente de acuerdo) percibe que la Dimensión Tecnológico con sus tópicos como Difusión de la tecnología, Calidad y eficiencia de servicio, Convergencia e Integración de Tecnología y Comunicación, Incorporación de Tecnología Emergente (con media que superan los 4.15, que entra en la valoración de “De Acuerdo”) aporta a la Adopción de *Smart Waste Management*; y el 9.2% de los

encuestados (8.2% en no sabe no opina y 1.2% totalmente en desacuerdo) no percibe este aporte.

Del total de la muestra, con una media de 4.14, el 93.3% de los encuestados (74.1% de acuerdo y 21.2% totalmente de acuerdo) percibe que la *Adopción de Smart Waste Management* con sus respectivos aspectos como Incremento de beneficios de una plataforma de tecnología, Incremento de retorno económico esperado e Incremento de la aceptación ciudadana soporta la adopción de este tipo de soluciones para la gestión de residuos en una ciudad en vías de desarrollo de América Latina; y el 4.7% de los encuestados (3.5% en no sabe no opina y 1.2% totalmente en desacuerdo) no percibe este soporte.

Los resultados del análisis para revisar si existen diferencias estadísticas significativa de los sectores: TIC, gobierno, ambiental y otros sectores, en cuanto a cada una de las dimensiones como Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología, se evidencia que los juicios de valor de los encuestados no varían en función al sector al que pertenece respecto a los Factores Críticos para la Adopción de *Smart Waste Management*. En su mayoría las valoraciones se centran entre “De Acuerdo” y “Totalmente de Acuerdo”.

Finalmente, en el análisis para revisar si existen diferencias estadísticas significativas de los sectores: TIC, gobierno, ambiental y otros sectores, en cuanto a la Adopción de *Smart Waste Management*, se evidencia que los juicios de valor de los encuestados no varían en función al sector al que pertenece. En su mayoría las valoraciones se centran en “De Acuerdo”.

5.2.Resultado del análisis de hipótesis

Los factores que componen el modelo de investigación han sido valorados entre 4 (De Acuerdo) y 5 puntos (Totalmente de acuerdo), y sus correlaciones respecto a la Adopción de *Smart Waste Management* es positivo, lo que puede confirmar que modelo propuesto tiene validez. A continuación, se discuten los resultados por cada hipótesis:

Hipótesis General (H1): Los Factores Críticos tienen impacto en la adopción de *Smart Waste Management*. La correlación de Spearman contiene valores de significancia

positiva que confirman esta inferencia. La valoración de diferentes sectores evidencia que existe un impacto entre los Factores Críticos y obtenidos preliminarmente de la investigación literaria (Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología), contra la Adopción de *Smart Waste Management*. Según el análisis de correlación se concluye que el Factor Crítico Gubernamental posee una correlación positiva de 0.457, el Factor Socioeconómico posee una correlación positiva de 0.609, el Factor Crítico Ambiental posee una correlación positiva de 0.606 y el Factor Crítico Tecnológico una correlación positiva de 0.594, todos estos contra la *Adopción de Smart Waste Management*, tal como se muestra en la Tabla IV-11. La correlación entre los Factores Críticos es bastante buena lo que confirma la validez de los Factores Críticos.

A continuación, se analiza a mayor profundidad el resultado en relación a las subhipótesis H1a, H1b, H1c y H1d.

Subhipótesis (H1a). El Factor Crítico Gubernamental tiene impacto en la adopción de *Smart Waste Management*. Las respuestas obtenidas por el cuestionario muestran una correlación positiva de 0.457 del Factor Crítico Gubernamental contra la adopción de *Smart Waste Management* con un promedio de 4.22 de puntuación en la valoración de los encuestados. Esta correlación confirma que la subhipótesis H1a que el Factor Crítico Gubernamental aporta positivamente a la Adopción de *Smart Waste Management*. Así mismo, en las valoraciones de los encuestados de los diferentes sectores no se presenta diferencia estadísticamente significativa en cuanto al Factor Gubernamental. Varios expertos entrevistados también coinciden que el Factor Gubernamental es crítico ya que de él se generan las políticas, estrategias y planes que serán las bases de la adopción de este tipo de solución de gestión de residuos con tecnología.

Subhipótesis (H1b). El Factor Crítico Socioeconómico tiene impacto en la adopción de *Smart Waste Management*. Las respuestas obtenidas por el cuestionario muestran una correlación positiva de 0.609 del Factor Crítico Socioeconómico contra la Adopción de *Smart Waste Management* con un promedio de 4.35 de puntuación en la valoración de los encuestados. Esta correlación confirma que el Factor Crítico Socioeconómico impacta positivamente en la adopción de *Smart Waste Management*. Así mismo, en las valoraciones de los encuestados de los diferentes sectores no se presenta diferencia estadísticamente significativa en cuanto al Factor Socioeconómico. Este factor está

basado en el contexto, con el aporte de los expertos entrevistados se ha podido constatar que las realidades en países emergentes son similares pero que las soluciones son adaptables ya que no se puede determinar con exactitud el grado de diferencia que puede existir entre las ciudades emergentes; el mayor efecto social es aquel que permite tomar conciencia por parte del ciudadano, y que en enfocarse en este factor dará como resultado un bienestar común.

Subhipótesis (H1c). El Factor Crítico Ambiental tiene impacto en la adopción de *Smart Waste Management*. Las respuestas obtenidas por el cuestionario muestran una correlación positiva de 0.606 del Factor Crítico Ambiental contra la Adopción de *Smart Waste Management* con un promedio de 4.33 de puntuación en la valoración de los encuestados. Esta correlación que el Factor Crítico Ambiental impacta positivamente a la adopción de *Smart Waste Management*. Así mismo, en las valoraciones de los encuestados de los diferentes sectores no se presenta diferencia estadísticamente significativa en cuanto al Factor Ambiental. Según los expertos se podría llamar a este factor como “reciente”, en tal sentido no es mucho tiempo el que se tiene en cuenta lo ambiental, sino luego de estudio e investigaciones y leyes que lo invocan como crítico.

Subhipótesis (H1d). El Factor Crítico Tecnología tiene impacto en la Adopción de *Smart Waste Management*. Las respuestas obtenidas por el cuestionario muestran una correlación positiva de 0.594 del Factor Crítico Tecnología contra la adopción de *Smart Waste Management*, con un promedio de 4.11 de puntuación en la valoración de los encuestados. Esta correlación confirma que el Factor Crítico Tecnología impacta positivamente a la Adopción de *Smart Waste Management*. Así mismo, en las valoraciones de los encuestados de los diferentes sectores no se presenta diferencia estadísticamente significativa en cuanto a este Factor Crítico. La tecnología cambia estrepitosamente y tiene soluciones cada vez más inteligentes, estas se adaptan perfectamente a las soluciones de *Smart Waste Management*, pero aún carecen de difusión.

5.3. Validación y discusión de hipótesis

El siguiente acápite se enfoca en la discusión de la hipótesis general y las subhipótesis relacionadas a la Adopción de *Smart Waste Management* y los Factores Críticos encontrados.

Hipótesis General (H1). Los Factores Críticos tienen impacto en la adopción de *Smart Waste Management*.

El modelo de investigación contiene un constructo (Figura III.3) con 4 componentes o Factores Críticos como son Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental, y Tecnológico, formando así la variable independiente. Desde la Adopción de *Smart Waste Management* (variable dependiente) posee indicadores o aspectos a considerar como el incremento de beneficios de la plataforma tecnológica, incremento del retorno económico esperado, y el incremento de la aceptación de ciudadanos. Al aplicar la metodología detallada en la tesis, se tiene como resultado el impacto positivo de los Factores Críticos para la Adopción de esta solución de *Smart Waste Management* en ciudades en vías de desarrollo de América Latina.

Se ha probado la correlación de los factores críticos del modelo, en base a la referencia presentada por Fatimah et al. (2020), que plantea un marco de referencia fundamental de un sistema de gestión de residuos sostenible e inteligente, donde se considera las dimensiones: (1) Gubernamental, (2) Socioeconómico, (3) Ambiental y (4) Tecnología, con características propias y definidas a considerar como factores de adopción de soluciones inteligentes.

A continuación, se detalla lo relacionado a las subhipótesis:

Subhipótesis H1a. El Factor Crítico Gubernamental tiene impacto en la adopción de Smart Waste Management.

Del resultado de la prueba de correlación de Rho de Spearman (no paramétrica), el Factor Crítico Gubernamental está relacionado directamente con la adopción de *Smart Waste Management*, de acuerdo a la Tabla IV-11 donde se evidencia la relación estadísticamente significativa entre el Factor Crítico Gubernamental y la Adopción de *Smart Waste Management* (p-valor menor a 0.05), y con un coeficiente de correlación de 0.457, lo que se concluye que se tiene un impacto significativo y positivo (directo). Adicionalmente, las valoraciones de los encuestados de los sectores en relación al Factor Crítico Gubernamental no evidencian diferencia estadísticamente significativa en sus

apreciaciones (Prueba de Kruskal –Wallis) donde su p-valor (0.544) es mayor a 0.05.

El Factor Gubernamental apoya la adopción del *Smart Waste Management* a través de políticas, marcos normativos y planes de desarrollo para potenciar la innovación en la implementación de los servicios relacionados a estas soluciones, con administración pública digitalizada para generar las sinergias necesarias con los involucrados en la gestión de residuos.

Se confirma entonces que tal como lo mencionara Ben Yahia, N. (2019), el gobierno es el organizador de las partes interesadas el cual se enfoca en la colaboración centrada en el ciudadano y el fomento de la inversión privada.

Esto se complementa con lo mencionado por Lopes, N. (2007) quien indicara que es necesario crear esta estructura bajo un ámbito de gobierno digital. Además de lo recabado por experiencias de expertos que participan continuamente en proyectos con el gobierno siempre se busca reducir la burocracia para poder agilizar este tipo de proyectos.

El Factor Gubernamental está evocado como crítico por su participación como ente regulador, al revisar el caso de la Ciudad de Panaji donde se gestiona con eficiencia los desechos sólidos en la ciudad, la gestión de residuos en esta ciudad se caracterizó por un sistema débil con infraestructura pobre. Ahora, el sistema de gestión de residuos utilizado en la ciudad se lleva a cabo por la corporación (parte del estamento del gobierno) de la ciudad en tres niveles: recolección y segregación, transporte e intermedio almacenamiento, y tratamiento y procesamiento. Evitando de este modo el daño ambiental, no solo por la emisión de gases de la quema de combustibles fósiles, sino principalmente por la contaminación de recursos de suelo y agua debido a la mala gestión de residuos.

Asimismo, en América Latina se tiene un impacto significativo del Factor Gubernamental como es en el caso de Brasil, donde la gestión de residuos sólidos pasó a ser un objetivo primordial del país y con ayuda del Ministerio de Planificación, Desarrollo y Gestión se firmó un acuerdo de cooperación técnica para perfeccionar el proceso técnico y regulatorio del sector de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

Como consecuencia de esta acción se aumentó la recolección con ritmo ligero pero continuo.

Subhipótesis H1b. El Factor Crítico Socioeconómico tiene impacto en la adopción de Smart Waste Management.

Del resultado del análisis de correlación de Rho de Spearman (no paramétrica), el Factor Crítico Socioeconómico está relacionado directamente con la adopción de *Smart Waste Management*, de acuerdo a la Tabla IV-11 donde se evidencia la relación estadísticamente significativa entre el Factor Crítico Socioeconómico y la Adopción de *Smart Waste Management* (p-valor menor a 0.05), y con un coeficiente de correlación de 0.609, lo que se concluye que se tiene un impacto significativo y positivo (directo). Adicionalmente, las valoraciones de los encuestados de los sectores en relación al Factor Crítico Gubernamental no evidencian diferencia estadísticamente significativa en sus apreciaciones (Prueba de Kruskal –Wallis) donde su p-valor (0.806) es mayor a 0.05.

El Factor crítico Socioeconómico aporta positivamente en la adopción de *Smart Waste Management*. Por ello, la educación y el aspecto cultural son aristas básicas a tomar en consideración para el cambio que necesita la ciudad en lo que respecta a gestión de residuos, además de disponer de personal calificado y la participación ciudadana para generar bienestar e inclusión social.

Es correcto entonces que tal como comenta Khoa, T. (2020) los costos de inversión en estas soluciones son altos mientras los ingresos obtenidos suelen ser bajos, por lo que se debe tomar como beneficio el impacto social con respecto a la reducción de residuos.

Ello coincide con lo indicado por Aparcana, S. (2016) quien menciona que el impacto social en los países en vías se enfoca en los cuidados necesarios para los ciudadanos y el medio ambiente. Por lo que se deberá tener en cuenta lo indicado por Bharadwaj, B. et al. (2020) que la financiación del sistema de gestión inteligente debe ser sostenible y apropiado a cada ciudad y realidad.

El Factor Socioeconómico como crítico se ve reflejado en la capital de Cataluña. En 2013, el Ayuntamiento de Barcelona se dio cuenta de la importancia de desarrollar

una estrategia clara y demostró su disposición a convertirse en la primera ciudad inteligente de España con el objetivo de promover el crecimiento económico y el bienestar de los ciudadanos.

Subhipótesis H1c. El Factor Crítico Ambiental tiene impacto en la adopción de Smart Waste Management.

Del resultado del análisis de correlación de Rho de Spearman (no paramétrica), el Factor Crítico Ambiental está relacionado directamente con la adopción de *Smart Waste Management*, de acuerdo a la Tabla IV-11 donde se evidencia la relación estadísticamente significativa entre el Factor Crítico Ambiental y la Adopción de *Smart Waste Management* (p-valor menor a 0.05), y con un coeficiente de correlación de 0.606, lo que se concluye que se tiene un impacto significativo y positivo (directo). Adicionalmente, las valoraciones de los encuestados de los sectores en relación al Factor Crítico Gubernamental no evidencian diferencia estadísticamente significativa en sus apreciaciones (Prueba de Kruskal –Wallis) donde su p-valor (0.734) es mayor a 0.05.

El Factor crítico Ambiental aporta significativamente a través de la búsqueda de la sostenibilidad del servicio *Smart Waste Management* propiamente dicha para la eliminación de residuos y sustentabilidad (económicamente viable, medioambientalmente amigable y socialmente inclusiva) junto con la renovación de procesos promueve mejoras en el manejo de residuos, por ende, mejora la calidad de vida de los individuos y esta orientación al ciudadano.

Tal como indican Haarstad, H., & Wathne, M. W. (2019), el tema ambiental es el objetivo principal del sistema inteligente de manejo de residuos, por lo que la sostenibilidad de la gestión de residuos a la búsqueda de equilibrio. Zhang, L.-P., & Zhu, Z.-P. (2020) indica que para la clasificación eficiente de residuos es necesario los cambios en las formas tradicionales de recolección y así aminorar la contaminación del ambiente y reducción de riesgos en la operación de recolección.

Un ejemplo de la relación del Factor Ambiental como crítico es la aplicación que la ciudad de Ámsterdam dispuso mediante un programa de innovación circular para mejorar los procesos basado en un estudio llamado “City Circle Scan” donde identificó

la necesidad de estabilizar la cadena de corrientes residual orgánicas (central de bio-refinería, y separación de residuos y logística de devolución). Lo cual ayudará a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Subhipótesis H1d. El Factor Crítico Tecnología tiene impacto en la adopción de Smart Waste Management.

Del resultado del análisis de correlación de Rho de Spearman (no paramétrica), el Factor Crítico Tecnología está relacionado directamente con la adopción de *Smart Waste Management*, de acuerdo a la Tabla IV-11 donde se evidencia la relación estadísticamente significativa entre el Factor Crítico Tecnología y la Adopción de *Smart Waste Management* (p-valor menor a 0.05), y con un coeficiente de correlación de 0.594, lo que se concluye que se tiene un impacto significativo y positivo (directo). Adicionalmente, las valoraciones de los encuestados de los sectores en relación al Factor Crítico Gubernamental no evidencian diferencia estadísticamente significativa en sus apreciaciones (Prueba de Kruskal –Wallis) donde su p-valor (0.623) es mayor a 0.05.

El Factor Tecnología apoya positivamente a la adopción de *Smart Waste Management* mediante la difusión de nuevas tecnologías. Las nuevas tecnologías son importantes los impulsores de iniciativas para soluciones inteligentes para el desarrollo de soluciones innovadoras y para que estas soluciones cumplan con las necesidades del ciudadano y optimizan procesos de recojo de residuos, la gestión dinámica de residuos y el procesamiento de información relevante del servicio.

Se encuentra que tal como lo indica Neirotti et al. (2014), la tecnología en su rol de ente inteligente es un catalizador que aporta al paradigma de estas soluciones con sus características transformadoras de un servicio.

Por otro lado, Chourabi et al. (2012) menciona que la convergencia e integración tecnología y comunicación es clave para la implementación de una solución de *Smart Waste Management* donde las tecnologías son impulsores de iniciativas para soluciones inteligentes, para el desarrollo de soluciones innovadoras.

El Factor Tecnología es un habilitador que permite resolver problemas identificados para obtener un beneficio, tal como se validó en el Caso de la municipalidad de La Marsa, se centró en obtener beneficios de la gestión de residuos con la instalación de sensores y rastreadores de GPS en las áreas principales de la ciudad con un sistema integrado a un software basado en la nube. Esto generó mejoras económicas y ambientales para una mayor sostenibilidad de la ciudad.

Así también se visualiza el impacto del Factor Tecnología en Medellín, que ha implementado un conjunto de estrategias para convertirse en una ciudad inteligente, comenzando con su programa MDE “Medellín Ciudad Inteligente” con proyectos de implementaciones iniciales como el acceso libre a internet en determinadas zonas y lugares comunitarios de acceso a las tecnologías de información y comunicación (TIC) en busca de la participación de la ciudadanía junto con un sistema inteligente de movilidad, aplicando tecnología y un conjunto de servicios control y monitoreo, reduciendo así los accidentes, optimizando la movilidad y los tiempos de respuesta ante incidentes.

Los Factores Críticos soportados por sus respectivos tópicos que fueron hallados en la revisión de la literatura, y que fueron validados metodológicamente con estadísticos donde se usó el instrumento (cuestionario en línea) concluye en que se validan y/o confirman la hipótesis general y sus subhipótesis planteadas, que por cada Factor Crítico (Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología) impactan positivamente a la Adopción de *Smart Waste Management* para una ciudad en vías de desarrollo de América Latina. Por lo que la gestión de residuos con tecnología impacta en el incremento de beneficios de una plataforma de tecnología orientada a este servicio, incrementa de retorno económico esperado y aumenta la aceptación ciudadana para este servicio.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las conclusiones, recomendaciones y consideraciones de aplicación futura de la tesis.

6.1. Conclusiones

La adopción de *Smart Waste Management* es un término que va tomando impulso en América Latina, y los esfuerzos de la entidad de cada ciudad cada vez va creciendo ya que es un reto constante la gestión de residuos más un en una época de crecimiento poblacional en las ciudades, por lo que la integración de la tecnología presenta en sí una oportunidad que beneficia a una ciudad que en un futuro avizora ser inteligente.

En esta tesis, se determinó los Factores Críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en América Latina como son Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología, ya que se aplicó la metodología de investigación especificada.

En base a la literatura, se identificó cuatro (04) Factores Críticos como son Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología que conforman la variable independiente denominada Factores Críticos y como variable dependiente a la Adopción de *Smart Waste Management*. Como resultado de la metodología de investigación, se validó que los Factores Críticos como son Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología tengan impacto positivo y significativo con la Adopción de *Smart Waste Management*.

Se analizó y categorizó en función a la literatura, 15 tópicos que sustentan los Factores Críticos que favorecen a la adopción de un *Smart Waste Management*. En base a esta información y con ayuda de expertos se elaboraron las 38 preguntas de valoración tipo Likert que formaron parte del instrumento de investigación.

En el presente estudio se desarrolló un modelo de investigación propuesto y desarrollado contiene una (01) hipótesis general que se expande en cuatro (04) subhipótesis que permiten validar y confirmar la contribución positiva y significativa entre la variable independiente formada por los Factores críticos de Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología con la variable dependiente Adopción de

Smart Waste Management en cualquier país emergente de la región latinoamericana.

Se midió el modelo de Factores Críticos para la adopción de *Smart Waste Management* a través de encuestas en línea orientadas a los expertos que se encuentra en los sectores ambiental, gobierno, TIC y otros; y con perfiles académico, especialista, gerente e investigador, lo que proporcionan un total de 85 encuestas validadas. Como resultado de la medición se evidenció que el juicio de valor de los encuestados de los diferentes sectores no tiene diferencia estadística significativa con respecto a cada uno de los Factores Críticos y a su vez como resultado final se validan la Hipótesis General y las subhipótesis, por lo que se concluye que los Factores Críticos (Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología) tienen impacto para la adopción de *Smart Waste Management* del tipo correlación positiva y significativa.

El enfoque de selección de experto se realizó tomando en cuenta las partes interesadas, es así que se optó por personas de los ámbitos de gobierno, industrial y academia. Estos expertos nos han permitido realizar una validación previa de consideraciones para la valorización del cuestionario empleado así mismo aportaron con información relevante de la realidad actual en cuanto a la implementación de estas soluciones.

6.2.Recomendaciones

La investigación contribuye como base académica para los estudios de adopción de *Smart Waste Management* en diferentes ciudades, instituciones, industria y centros comerciales. No obstante, existe una extensa área para estudios de investigación sobre *Smart Waste Management* en ciudades en vías de desarrollo. Se recomienda ampliar la investigación o realizar trabajos que consideren lo siguiente:

Ampliar el estudio sobre el impacto colateral que puede generar la adopción de un sistema de *Smart Waste Management* en una ciudad que busca convertirse en inteligente, como por ejemplo los indicadores que permitan medir la evolución o la mejora a nivel del sector ambiental (huella de carbono) y socioeconómico en una ciudad emergente.

Igualmente, analizar el impacto del cambio de una economía tradicional lineal hacia una economía circular en una ciudad emergente cuando se adopta *Smart Waste*

Management, como el caso exitoso de Ámsterdam.

De acuerdo a la investigación solo se identificó dos pilotos sobre implementación de *Smart Waste Management* en el Perú; pero, si se requiere importar experiencias extranjeras lo primero que se debe realizar es tropicalizar a nuestra realidad dichas soluciones para luego ser replicadas.

También se considera necesario desarrollar la investigación del servicio de *Smart Waste Management* en el contexto de la Industria 4.0 y su relación con los fabricantes de equipos IoT con las empresas operadores de servicio de gestión de residuos, para la renovación tecnológica.

Igualmente, en las ciudades emergentes no se tienen bien definidas las normativas sobre el reciclaje de residuos por parte del gobierno central, regional y local, por lo cual se debería ampliar el estudio de las normativas legales que deben ser aplicados para cada sector (Salud, Municipio, Textil, Minería, etc.)

Además, es necesario considerar como caso particular un estudio para eventos de tipo pandemia tal como se presentó estos últimos años, debido a que no se tiene una solución *Smart Waste Management* para residuos de origen sanitario, que son altamente contaminantes y que en el contexto actual ha causado una alta generación de estos residuos.

Finalmente se recomienda, que se considere los factores críticos de adopción para este tipo de solución de gestión de residuos con tecnología, donde se debe incluir la infraestructura tecnológica, para que permita que la gestión de la información y datos, se encuentre integrada en una plataforma TIC centralizada y accesible a los diferentes estamentos del gobierno (local y central), organismos reguladores y proveedores de gestión de residuos, donde el gobierno actué como un gestor para este fin. Esto impacta en el incremento de beneficios de una plataforma de tecnología, incrementa de retorno económico esperado y alienta la aceptación ciudadana para este servicio de *Smart Waste Management*.

6.3.Limitaciones

En los últimos años, los países de Latinoamérica han tenido un creciente desarrollo

en muchos ámbitos y es el término medio ambiente el que ha tenido un mayor énfasis y fuerza, por ello una correcta gestión de residuos es importante para lograr un desarrollo sostenible. Aun así, una limitante evidenciada es que no se cuenta con mucha referencia literaria de casos de éxito en la región donde está implementado un sistema *Smart Waste Management*; sin embargo, se considera que las referencias encontradas en los contextos de Europa, Asia, Norteamérica, y en Latinoamérica en algunas ciudades de Brasil y Medellín (Colombia) que tienen mucho aporte a nivel de iniciativas como modelos a tomar en cuenta para la adopción de *Smart Waste Management*.

De igual manera, si bien los resultados de la encuesta basada en la escala de Likert muestran que la cantidad de aprobaciones obtenidas son mucho mayores a las desaprobaciones sin poder profundizar en las diferencias cualitativas, también el resultado ha permitido medir el juicio de valor de los encuestados en relación a cada uno de los tópicos abordando de manera específica a cada factor crítico (Gubernamental, Socioeconómico, Ambiental y Tecnología) de adopción de *Smart Waste Management*.

Si bien el contexto actual COVID-19 ha llevado a que las pruebas de campo y las entrevistas con los expertos se concreten todas de manera online, es preciso mencionar que ello ha permitido que los encuestados se sientan cómodos y libres en responder las encuestas en línea y expresar sus juicios de valor descartando cualquier influencia que pudiera sesgar (distorsionar) el resultado de sus respuestas.

Otro punto correspondiente al contexto actual COVID-19 es que ante esta situación atípica el contacto con otros expertos de países de América Latina no ha podido darse, es preciso mencionar que los expertos que intervienen en nuestras validaciones y apreciaciones también poseen información in praxis y conocimiento de las formas en que se implementan estas soluciones en otros países como en el caso de Brasil propiamente dicho, esta experiencia se ha podido trasladar a la investigación realizada.

Además, los datos obtenidos y analizados de los 85 encuestados no siguen una distribución normal siendo necesario la aplicación de pruebas de análisis estadísticos no paramétricas para evaluar los juicios de valor obtenidos por cada sector respecto al Factor Crítico o Adopción, no obstante, se considera que la muestra es significativa y que permite validar los factores críticos de adopción de *Smart Waste Management*

planteado en el modelo de investigación, los cuales fueron encontrados en la literatura disponible y que también son aplicables a nivel de la región.

6.4. Líneas futuras

De lo obtenido en el estudio y gracias a la participación de expertos se formulan unas consideraciones para la aplicación futura en el contexto peruano.

Se recomienda referenciar a los investigadores Hafedh Chourabi y Paolo Neirotti cuyas contribuciones han apoyado la investigación presentada y que envuelven las diferentes soluciones dentro de ciudades inteligentes.

Gracias a los factores críticos obtenidos se propone realizar un piloto en la ciudad de Lima, puntualmente en el distrito de La Victoria que de acuerdo a la información recopilada se encuentra en los primeros lugares con déficit de gestión de residuos, al ser el distrito con mayor necesidad para la aplicabilidad de estas soluciones se ve altamente congruente relacionado con lo investigado; contrario a lo que podría especularse, aquellos procesos que surjan de este piloto aportarán en gran cuantía a distritos dentro de la ciudad que ya constan con mejores mecanismos de gestión de residuos.

Existen algunos paradigmas de contexto, ya que cada ciudad podría ser tratada bajo un mismo esquema, pero con una priorización basada en su propia realidad. Por ello se debe partir de la idea que la aplicación de tecnología en una ciudad demanda un análisis de infraestructura inmediato que no solo beneficiará a la gestión de residuos, sino que adicionalmente aportan al bienestar y desarrollo de una ciudad.

Se presentan varios desafíos en la aplicación de soluciones de *Smart Waste Management* algunos de ellos han sido ejemplificados en la presentación de las barreras de adopción, asuntos como los costos operativos y periodos de recuperación son importantes ya que debería establecerse si parte de la posible implementación podría atribuirse como costo hundido. De otro lado sin infraestructura adecuada se hace más difícil encontrar la adaptación de soluciones *Smart Waste Management* esto va de la mano del conocimiento de planeamiento, para ello es preferible tomar referencias de soluciones exitosas.

El año en que se suscribe la presente tesis tiene una particularidad trascendente para diferentes postulaciones, es el caso que el escenario de una pandemia podría presentarse en tiempos mucho menores a 100 años, la pandemia actual del COVID-19 ha tenido un efecto en la gestión de residuos de alto impacto ya que se ha comenzado a categorizar con mayor incidencia los residuos de carácter biológico, esto no se ve normalmente a nivel global por lo que se debería considerar el manejo de esta situación dentro de soluciones de *Smart Waste Management*.

Finalmente se podría considerar un análisis adicional tanto de las alianzas público-privadas para la implementación de soluciones inteligentes de manejo de residuos y la relación de soluciones *Smart Water* y *Smart Waste Management* a relación de la huella hídrica del tratamiento de aguas residuales que se ven afectadas por la gestión inapropiada de residuos.

Se considera que la presente tesis, a través de su modelo de investigación planteado, contribuye como referencia académica para las autoridades de la región, gran industria y conglomerados comerciales, puedan contemplar aquellos Factores Críticos de Adopción de *Smart Waste Management* para la toma de decisiones y centrar sus esfuerzos en la búsqueda del bienestar de la ciudadanía. Es claro que cada Factor Crítico de Adopción tiene dentro de su ámbito distintas particularidades que se requieren para su entendimiento, pero es con la tecnología como medio habilitador central que se podrá aprovechar toda oportunidad potencial para lograr implementar un sistema o servicio de *Smart Waste Management* acorde a la realidad de las ciudades en vías de desarrollo de América Latina.

CAPÍTULO VII: ANEXOS

ANEXO I – Principales tecnologías asociadas a *Smart Waste Management*

Las Smart Cities se centran cada vez más en desarrollar soluciones para resolver distintas problemáticas tales como en las ineficientes operaciones de recolección y manejo de residuos; y por ello, el interés por la adquisición de datos y las tecnologías habilitadoras que permitan cambiar el panorama del desarrollo urbano de las ciudades. (Zhang A et al., 2019)

Además, reafirma que el uso de las tecnologías es uno de los caminos para lograr un *Smart Waste Management* eficaz, eficiente, sostenible y que estas puedan incluir, pero no limitarse a internet de las cosas (IoT), big data analytics, Cloud computing, sistemas de seguridad física e inteligencia artificial.

En los siguientes ítems se procede a definir las 3 primeras tecnologías habilitadoras, referenciadas anteriormente, para alcanzar un *Smart Waste Management* sostenible:

a) *Internet de las cosas (IoT)*

- ***Definición***

Internet de las cosas (IoT) fue formalmente introducido por la International Telecommunication Union (ITU) en el ITU Internet Report in 2005 (ITU 2005), definiéndolo como la conexión de objetos y dispositivos cotidianos a todo tipo de redes, como por ejemplo intranets de la empresa, redes peer-to-peer e incluso internet global.

Para Pardini, K. (2020), el internet de las cosas (IoT) permite conectar máquinas, dispositivos, software y distintos objetos que interactúan entre sí sin la intervención humana a través del internet con tecnologías de comunicación y sensores inteligentes.

- ***Características***

Yu, Y. et al., (2020), añaden que el internet de las cosas (IoT) toma las ventajas de los sensores, terminales inteligentes, global positioning system (GPS) y otras tecnologías para establecer conexiones entre personas y cosas donde quiera y cuando quiera; para realizar un control y gestión inteligente. Es por ello, que muchos líderes invierten esfuerzo y dinero para capitalizar el beneficio de las IoT (Pardini, K. 2020).

IoT forma parte de una solución *Smart Waste Management* tal como se detalla en la arquitectura tecnológica del ítem 2.2 del Capítulo II.

b) Cloud Computing

- ***Definición***

De acuerdo a Mell P. & Grance T. (2011), dentro del marco ciberseguridad de NIST (Instituto Nacional de Normas y Tecnología) define a Cloud Computing como un modelo que permite acceder a la red desde cualquier lugar, en cualquier momento y de manera conveniente hacia un conjunto de recursos tales como aplicaciones y servicios, redes, servidores y almacenamiento de archivos, que puede ser entregada de manera inmediata por un proveedor de Servicios.

Yu, Y. et al., (2020), añaden que Cloud Computing permite que los abundantes recursos de computación y almacenamiento sean accesibles para todos los servidores y usuarios a través de internet.

- ***Características***

El modelo de Cloud Computing tiene 5 características esenciales tales como Autoservicio a demanda sin requerir la intervención humana, amplio acceso disponible desde la red, un conjunto de recursos disponibles a demanda del consumidor, aprovisionamiento escalable, y métricas de los servicios brindados. Mell P. & Grance T. (2011).

Cloud Computing brinda una amplia variedad de servicios, para atender los requerimientos de distintos usuarios, entre las que destacan 3 modelos: IaaS (definido como Infraestructura como servicio), PaaS (definido como una Plataforma como servicio) y SaaS (definido como Software como servicio).

- ***Arquitectura tecnológica***

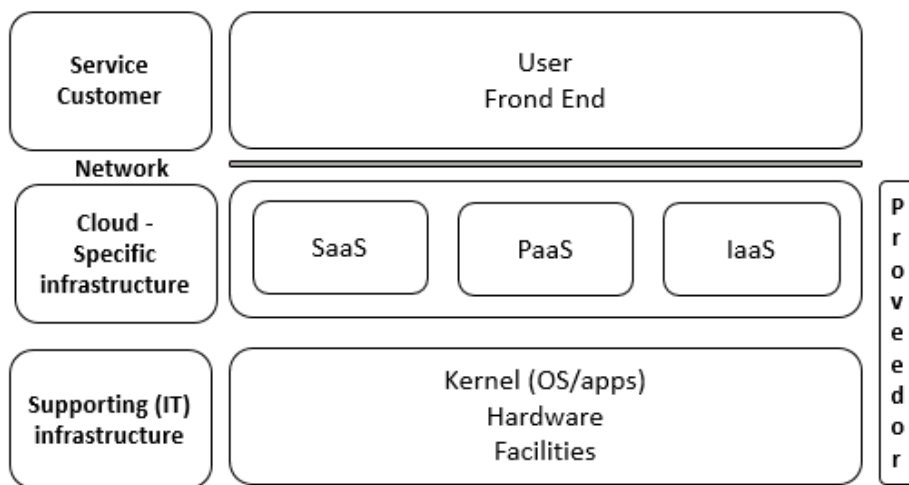
Cloud Computing cuenta con una arquitectura de 3 partes según Grobauer, B., Walloschek, T., & Stocker, E. (2011), Figura A1 y Tabla A1:

Tabla A1. Capas de Cloud Computing.

Capas	Descripción
Supporting (IT) infrastructure	Estas son instalaciones y servicios comunes a cualquier servicio de TI entregado por el proveedor (nube o de otro tipo).
Cloud-specific infrastructure	Es la capa importante del servicio Cloud donde se aplican todos los controles de seguridad a nivel del Proveedor
Cloud Service consumer	Es la capa de acceso a los recursos del Cloud Computing (Zona no confiable), ubicada debajo de la capa de red (Network).

Elaboración: Autores de esta tesis.

Figura A1. Arquitectura de capas de un Cloud Computing.



Fuente: Grobauer, B., Walloschek, T., & Stocker, E. (2011). Understanding Cloud Computing Vulnerabilities

Yu, Y. et al. (2020), remarcan cómo la cooperación entre dispositivos IoT y servidores Cloud permiten entregar servicios de calidad para los usuarios; permitiéndoles que su vida sea más cómoda y que la economía social se desarrolle más rápido.

c) *Big Data*

En el siguiente texto se define el término Big Data, sus características y la aplicación de Big Data en *Smart Waste Management*.

- **Definición**

El término Big Data se utiliza para describir conjuntos de datos digitales masivos,

que requieren cambios en técnicas analíticas para explotarlos y crear nuevas formas de valor con la información procesada. El tamaño de los macro datos no se trata de uno absoluto, sino de la escala de análisis que se requiere. (Pentzold, C., et al., 2018).

Big Data representa la administración de grandes cantidades de datos donde se requiere el apoyo de la tecnología y un software personalizado con la finalidad de abordar ese gran volumen de datos; es una metodología para obtener el valor de los datos en un tiempo apropiado (Hutchinson, S. ,2017).

- ***Características***

Big Data tiene como características principales las siguientes, llamadas también “4V” que lo diferencia de otros conceptos, como los “datos muy grandes”, “datos de gran volumen” y “datos masivos” (Dai, H., Wong, R., Wang, H., Zheng, Z., & Vasilakos, A.,2019).

Tabla A2. Características Principales del Big data.

Característica	Definición
Volumen.	Cantidad de datos generados y almacenados (El tamaño del volumen normalmente se expresa en Terabytes, Petabytes o Zetabyte).
Variedad	Indica cómo se obtuvieron los tipo datos (estructurados, no estructurados, semiestructurados, texto y multimedia).
Velocidad	Rapidez de cómo se generan y procesan los datos con la finalidad de satisfacer en tiempo real la demanda de la sociedad.
Valor	Es el resultado analítico basado en Big Data, que pueden aportar enorme valor al negocio y social.

Elaboración: Autores de esta tesis.

- ***Aplicación Smart Waste***

En las ciudades emergentes el problema es la cantidad de datos recopilados, el cual representa tanta información y es problemático evaluar eficazmente de forma estándar. Por esta razón se requiere el apoyo de un programa para el análisis estadístico y comprender mejor el funcionamiento del sistema general de clasificación, recolección y transportación de residuos sólidos.

El primer objetivo de este artículo es realizar el análisis y evaluación de los datos obtenidos de un sistema que se ocupa del flujo completo en la gestión de residuos. El segundo sería comprender el comportamiento de dicho sistema, con el fin de hacerlo más eficiente y determinar las posibilidades para un mayor desarrollo del sistema

ANEXO II – Análisis contextual de las *Smart Waste Management* en el marco internacional

En el presente apartado se contextualiza los diferentes casos, en ciudades del mundo, donde se encuentran implementados *Smart Waste Management*.

a) Contexto Global

- ***Caso de la ciudad La Marsa, Túnez***

De acuerdo al proyecto desarrollado por “World e-Governments Organization” (WeGO,2017), para dar la solución al problema de recolección de residuos, se implementó sensores como CleanCAP (es un sensor que identifica el nivel de basura en los contenedores) y el módulo CleanTRACK (es un módulo completo para la recolección de datos del vehículo), ambas tecnologías obtienen y transmiten información CleanCityNetworks, que es el software para el análisis de la generación de residuos, volumen, frecuencia de desbordamiento de los contenedores y ubicación de los vehículos, optimizando la gestión de la flota de recolección.

La municipalidad de La Marsa tuvo como objetivo, identificar los problemas de transformación, gestión de residuos y las áreas principales para la instalación de sensores y rastreadores de GPS en la ciudad. La meta de la solución fue realizar una mejor transformación y gestión de residuos. Así mismo, de infundir beneficios económicos y ambientales para una ciudad más inteligente y sostenible. Para ello, se utilizó una solución conformada por un sistema integrado e inteligente a un software basado en la nube.

De acuerdo al análisis cualitativo (WeGO, 2017), los efectos beneficiosos sobre la implementación del sistema de solución inteligente de gestión de residuos y clasificación con tecnología, la ciudad la Marsa, muestra que hay una reducción del 60% en la generación de desechos, reducción del 88% en la frecuencia de desbordamiento y 83% de aumento en la recolección optimizada por la flota de camiones.

- ***Caso de la ciudad Ámsterdam, Holanda***

De acuerdo al plan “Ministry of Infrastructure and the Environment” (Circular

Amsterdam, 2018). Ámsterdam dispuso de un programa de innovación circular para mejorar los procesos. El objetivo fue pasar de una economía lineal a una circular. Se realizó un estudio llamado “City Circle Scan” donde se identificó dos áreas principales como potencial mejora en la sostenibilidad de la ciudad y aplicar una economía de mejora circular; la cadena de construcción (reciclaje de alto valor, y mercado y banco de residuos) y la cadena de corrientes residual orgánicas (central de bio-refinería, y separación de residuos y logística de devolución).

Como objetivos principales del plan “Ámsterdam circular”, fue mejorar la calidad del servicio, apoyar el crecimiento económico, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y estimular las oportunidades de empleo.

- ***Caso de la ciudad Santander, España***

De acuerdo al proyecto de Smart Cities Council (2018), Santander se convirtió en una de las 11 ciudades pilotos de Urban-Waste, por el proyecto de instalación de 6000 sensores de IoT para el monitoreo y gestión de los residuos, contenedores, ubicaciones y la capacidad de llenado de los contenedores son monitoreados en tiempo real.

Para reducir la acumulación de residuos, el municipio incrementó las horas laborales y los turnos diarios, se optimizó las rutas para el recojo de las basuras, acompañado de talleres de capacitación para la difusión de tecnologías en el reciclaje. El municipio utilizó tecnología GPS/GPRS para optimizar las rutas de transporte para la recolección de residuos, estos camiones tenían instalados sensores de calidad de aire, humedad y temperatura, integrando la información a la aplicación “Ciudad Santander”, la aplicación también apoya al ciudadano para las consultas, problemas y para garantizar el buen servicio.

El municipio tiene como objetivo disponer de un gobierno electrónico para brindar mejores servicios a los ciudadanos, así como optimizar la gestión de residuos sólidos y biológicos, (mejorar el recojo de residuos y el proceso de gestión), con lo cual se mejoraría la prestación de servicios públicos.

- ***Caso de la ciudad de Barcelona, España.***

De acuerdo a la investigación sobre gestión urbana (Veselitskaya, N. et al., 2019), en la actualidad, la capital de Cataluña es reconocida como líder en planificación innovadora. En la arena internacional, Barcelona fue reconocida por la accesibilidad a sus espacios abiertos y el bienestar para los ciudadanos. Lo principal y fundamental de la política urbanística moderna en Barcelona es crear una ciudad más eficiente. En 2013, el Ayuntamiento de Barcelona se dio cuenta de la importancia de desarrollar una estrategia clara para una ciudad inteligente y demostró su disposición a convertirse en la primera ciudad de alta tecnología de España. El objetivo de tal estrategia consistía en utilizar nuevas tecnologías para la promoción del crecimiento económico y el bienestar de los ciudadanos. Para crear una Barcelona inteligente se planteó los siguientes principios:

- Presencia de modelo de ciudad propia ("mantra de la ciudad": la ciudad de las áreas productivas, manteniendo el ritmo con el desarrollo de la sociedad, ecológico, energéticamente autosuficiente).
- Sistemas urbanos repensados (no solo mejorados).
- Interacción establecida de los servicios de la ciudad con los socios.
- Fomento de inversiones a largo plazo para el desarrollo sostenible.
- Mejora de la calidad del entorno urbano mediante el aumento de espacios públicos.
- Cambio de organización de la ciudad a través de IoE (internet de todo) e IoT (internet de las cosas).
- Cooperación con otras ciudades.

La estrategia incluyó tres direcciones: Posicionamiento Internacional, Cooperación Internacional y programas locales smart. Los principios rectores del urbanismo en Barcelona incluyen:

- Centrarse en la creación de instalaciones públicas en barrios remotos.
- Girar la ciudad hacia el Mediterráneo creando accesos a playas aptas para su uso.
- Asegurar un nivel de servicio digno en cada distrito.
- Restringir el crecimiento de la ciudad centrándose en la reurbanización en lugar de la construcción de nuevos objetos.

- Uso de terrenos para desarrollo secundario.
- Restauración de patios famosos.

Así, la estrategia de desarrollo de la ciudad de Barcelona tiene como objetivo garantizar el nivel de vida, social y desarrollo urbano mediante la implementación de nuevas tecnologías, estableciendo una comunicación confiable entre distritos centrales y remotos, mejorando la situación ecológica. Además, esta estrategia requiere en cuenta no solo la visión administrativa del proceso de desarrollo de la ciudad, sino que también atrae opiniones de los vecinos de Barcelona. Sin embargo, esta estrategia se entrelaza con altos riesgos de déficit presupuestario para este programa, el aumento en el costo de los edificios en los vecindarios locales y la información asimétrica, que puede obstaculizar el desarrollo sostenible de Barcelona en el futuro.

- ***Caso de la ciudad Panaji, India***

Panaji, es la capital de Goa, India; tiene una superficie de 49, 035 km², cuenta con una población aproximada de 40,017 habitantes y tiene como capital a Bratislava. (India-ICT, 2018).

Los desechos se producen donde hay vida y los humanos son seres vivos y será parte del ciclo de vida cotidiano mientras exista. Según el informe de revisión del Banco Mundial, en 2012, los niveles globales de generación de Residuos Sólidos Municipales (RSU) fueron alrededor de 1.3 billones de toneladas por año. Se espera que esta cifra alcance 2.200 millones de toneladas por año para el 2025. Residuos per cápita las tasas de generación son entre 1.2 a 1.42 kg por persona (variando por región, país y ciudad) por día en la próxima década o entonces. (Aazam, M., 2019)

De este modo con el aumento de la población, urbanización, y el cambio en el estilo de vida, la gestión de residuos se ha convertido en un desafío no solo para los países en desarrollo, sino también para los desarrollados.

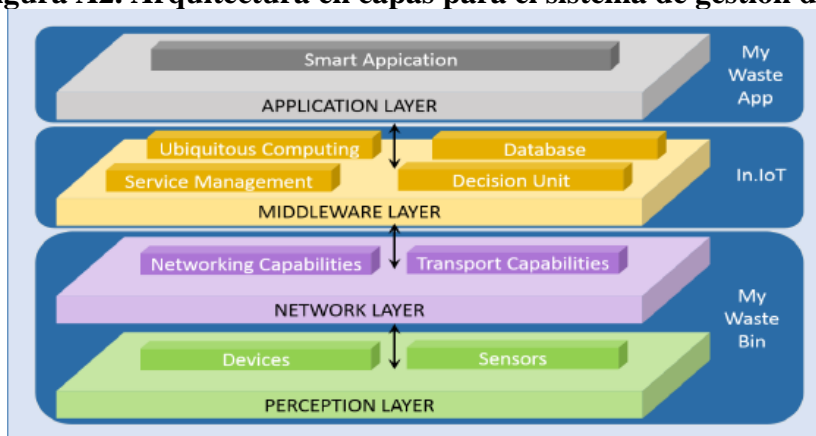
En Panaji se lleva a cabo en tres niveles: recolección y segregación, transporte e intermedio almacenamiento, y tratamiento y procesamiento.

La Corporación de la Ciudad de Panaji (CCP) gestiona los desechos sólidos en la ciudad. De las 55 toneladas métricas de Municipal de desechos sólidos (MSW) generados por Panaji cada día, 20 toneladas métricas son residuos húmedos. Hasta principios de la década de 1990, la gestión de MSW de la ciudad se caracterizó por un sistema débil con infraestructura pobre, lo que resulta en condiciones cívicas antihigiénicas.

El sistema de gestión de residuos utilizado actualmente en las ciudades sigue un modelo antiguo y obsoleto que ya no satisface las necesidades de los municipios. Es ineficiente y se practica a través de grandes flotas de camiones de recolección que recorren largas distancias diarias, a menudo por rutas innecesarias, donde otros están descubiertos, y con horarios de servicio diarios o semanales. Estos aspectos traen costos operativos innecesarios, desperdicio de tiempo y, más significativamente, el daño ambiental, no solo por la emisión de gases de la quema de combustibles fósiles, lo que contribuye al efecto invernadero, pero principalmente por la contaminación de recursos de suelo y agua debido a la mala gestión de residuos.

Muchos modelos de proyectos se centran en una arquitectura típica basada en el análisis de necesidades o en algunas capas que forman un modelo básico de una arquitectura de referencia. El enfoque más básico solo considera una arquitectura de tres capas compuesta de aplicaciones, redes y capas de percepción.

Figura A2. Arquitectura en capas para el sistema de gestión de residuos.



Fuente: India-ICT, Enabled integration for green growth projects (2018). A SmartWaste Management Solution Geared towards Citizens

Según los datos de las Naciones Unidas, para 2050, aproximadamente el 70% de la población vivirá en zonas urbanas, centros; y este rápido crecimiento de las personas que viven en las ciudades ha sido motivo de gran preocupación, ya que las ciudades no siempre crecen de forma sostenible. Por ello, en pequeñas urbes de gran congestión es necesario implementar soluciones enfocadas en el control de desperdicios en beneficio de las personas y comunidades.

En el caso de Panaji, se realizan cobros de servicio a través del CCP (Corporation of The City of Panjim), la entidad cobra 365 rupias por año como tarifa sanitaria de cada hogar por la limpieza; esta tarifa está vinculada al impuesto a la propiedad. Los hoteles son cargos de entre 300-10,000 rupias, dependiendo de la cantidad de residuos generados. (Down to Earth, 2016).

b) Contexto Regional

- ***Caso ciudad de Nueva York, Estados Unidos***

El proyecto de la ciudad de Nueva York (NYC Smart Equitable City, 2015) tiene dos objetivos principales sobre la gestión de residuos; reducir la eliminación de residuos comerciales en un 90% para 2030 y minimizar la generación de residuos ciudadanos que luego son enviados a los vertederos.

Para afrontar esta situación en la ciudad de New York se introdujo contenedores inteligentes Bigbelly, por medio de una alianza entre Downtown New York y Bigbelly, se llevó a cabo la instalación de 200 sensores en el bajo Manhattan y después de una serie de pruebas exitosas, este número se incrementó a 700 unidades (datos al 2015), los contenedores están implementados con sensores de acceso a WIFI, para detectar el nivel y apoyar a la recolección de datos sobre la gestión de los residuos. Otra característica que dispone es que los contenedores pueden almacenar cinco veces más de residuo que un basurero normal debido a que cuenta con compactadores.

Este plan también incluye implementar el reciclaje de flujo único (el cual permite la utilización equilibrada de los recursos ya que los materiales reciclables se colocan en un contenedor para su recolección por parte de un solo camión), expandir el programa de compostaje de la ciudad a cada hogar, restringir la venta de artículos no reciclables y no compostables, y ofrecer incentivos fiscales a las empresas que cumplen con los

objetivos de minimizar la generación de residuos.

- ***Caso ciudad San Francisco, Estados Unidos.***

El proyecto de gestión inteligente de residuos de la ciudad de San Francisco (Sweeping Industry News Bulletin 2019 ,2019), está innovando a una industria que desea obtener mejores resultados con costos bajos y mantener ciudades más limpias, independientemente de una ciudad o país los beneficios de la gestión inteligente de residuos son innegables.

La tecnología Nordsense utiliza el aprendizaje automático e internet de las cosas (IoT) para monitorear los niveles de contenedores y analiza patrones de generación de desechos en ubicaciones específicas y hacer predicciones a través de Big Data sobre la actividad para evitar el desbordamiento y optimizar las recolecciones, los sensores Nordsense miden 16 puntos dentro del contenedor para establecer una "topología" de desechos para cada contenedor individual, lo que permite la detección de "zonas estáticas" y evitar los "falsos positivos" que pueden indicar desechos que no están realmente presentes.

San Francisco es un primer proyecto a gran escala en los Estados Unidos, se instalaron 1,000 contenedores con sensores multipunto a lo largo de los principales corredores comerciales de San Francisco. Esto representa 1/3 de los 3,000 contenedores de residuo instalados en la acera de la Ciudad. Los sensores monitorean el nivel de residuo en el contenedor, la temperatura y las tasas de llenado para identificar patrones de generación de desechos. Los datos obtenidos ayudarán a la ciudad a mitigar el desbordamiento de contenedores, reducir la cantidad total de recolección, guiar la ubicación de los contenedores y optimizar los recursos operativos.

- ***Caso Brasil***

Según Cobarrubia, M. (2018), el país de Brasil con una población de 212 millones (2017) y una población urbana de 180 millones, la estadística de la generación de residuos sólidos, en el año 2018 generó 78.3 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos por año, tuvo un incremento de casi el 1% respecto al año 2017. De esta cantidad, solo se recolectaron el 92% (72,7 millones), un 1.66% más en comparación con 2017. Esto muestra que la recolección aumentó a un ritmo ligeramente; sin

embargo, 6.3 millones de toneladas de residuos urbanos no se recogieron por falta de financiación en las municipalidades.

La gestión de residuos sólidos es un objetivo primordial del país. Por ello, el Ministerio de Planificación, Desarrollo y Gestión en el año 2018 firmaron un acuerdo de cooperación técnica con la Asociación Brasileña de Agencias de Regulación (ABAR), la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) y la agencia pública de desarrollo tecnológico Expertise France, para perfeccionar el proceso técnico y regulatorio del sector de tratamiento de residuos sólidos urbanos en Brasil. El acuerdo viabilizó la realización de concesiones municipales a través de una gobernanza colaborativa interna y externa para mejorar los servicios públicos prestados a los ciudadanos.

- *Caso de la ciudad de Medellín, Colombia*

El caso de estudio Internacional de ciudades inteligentes (Amar D, 2016), la ciudad de Medellín Capital de Antioquia, cuenta con una población de más de 2 millones de habitantes, es la segunda ciudad más poblada de Colombia, dicha ciudad inició una serie de estrategias para transformarse en una ciudad inteligente, el cual está orientado a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Para esto se desarrolla también la capacidad y estructura orgánica donde se administran la movilidad, la seguridad y el medio ambiente. Estos cambios también deben incluir medios de comunicación con la ciudadanía a fin de mejorar los servicios inteligentes constantemente.

La ciudad de Medellín cambió de ser conocida por sus problemáticas en seguridad a un referente a nivel internacional por la innovación, social tecnológica, una ciudad transformada con equidad e inclusión de la ciudadanía. También, se observa como Medellín ha implementado un conjunto de estrategias para convertirse en una ciudad inteligente, aunque todavía carecía de un marco metodológico único para la implementación. Con su programa MDE “Medellín Ciudad Inteligente” comenzó a ejecutar proyectos de implementaciones como acceso libre a internet en determinadas zonas y lugares comunitarios de acceso a las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), además de contar con trámites en línea y con acceso a los datos, con el cual se busca obtener la participación de la ciudadanía y una solución sostenible a los proyectos.

Una de las estrategias también fue crear el sistema inteligente de movilidad, aplicando tecnología y un conjunto de servicios de control y monitoreo que pudo reducir los accidentes, optimizar la movilidad y los tiempos de respuesta a incidentes.

En cuanto a lo ambiental, se implementó un sistema de alertas tempranas, donde se monitorea el ruido y la calidad de aire, el cual suma a la red de atención de emergencia de manera articulada en la ciudad, llamado como Sistema Integrado de Emergencia y Seguridad Metropolitano, es una estrategia para la convergencia en conjunto de los organismos de seguridad y emergencias del estado tanto local y nacional.

Todas estas iniciativas desde su implementación tuvieron continuidad y sostenibilidad, donde el modelo público y privado (APP) fueron un buen soporte para esta continuidad, adicional para lograr este objetivo se realizaron diferentes convenios donde participan las entidades académicas e innovadoras de ciencia y tecnología.

En Medellín, no fue tan fácil la integración de las entidades, para la operación de los servicios en conjunto, debido a que no se disponía de convenios interadministrativos donde se compartiera la información y en algunos casos por no contar con los recursos económicos e innovación tecnológica. Este último recurso se debe tener claro en una ciudad inteligente, pues no debe ser únicamente tecnológico también es importante lo social para que sea sostenible los proyectos.

a) Conclusiones

En el análisis de los diferentes casos de implementación y/o adopción de *Smart Waste Management*, se observa que en todos los proyectos se aplica la tecnología y analítica para la optimización y toma de decisión en la gestión de recursos y procesamiento residuos, lo cual se resumen la siguiente Tabla A3.

Tabla A3. Resumen de los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management*

FACTOR CRÍTICO	TÓPICO	DEFINICIÓN	BENEFICIO
Gubernamental	Continuidad al plan de gestión de residuos. (Smart Waste)	Agilidad de procesos de gestión con apoyo de la tecnología para la toma de decisión.	Optimización de recursos y costos.
	Políticas de regulación del sector ambiental.	Cumplimiento de normativas y objetos de gestión de residuos.	Atención a las normas ambientales vigentes y apuntar a la sostenibilidad de la ciudad.
	Gobierno electrónico y/o digital.	Gestión de procesos y procedimientos del ámbito de gobierno con tecnología.	Fortalecer y mejorar la gestión pública tanto interno (Back Office) como externo (Front Office), en lo que corresponde a la gestión de residuos.
Socioeconómico	Implementación de una economía circular	Gestión de los flujos económico y ecológico (reducir la brecha entre el consumo y el reciclaje, para minimizar el uso de materias primas).	Impacto positivo en la economía y la ecología.
	Alianza estratégica con la empresa privada a través de <i>Smart Waste Management</i> .	Entablar lazos para contratos sólidos y posibilitar la externalización de los servicios.	Desarrollo de un esquema sólido y justo de cobranza por los servicios prestados
Ambiental	Minimizar la generación de residuos.	Actitud en reciclaje de residuos comerciales para evitar generar mayor cantidad de desechos comerciales y evitar que estos sean enviados a los vertederos.	Al adoptar la cultura del reciclaje los ciudadanos son parte de la solución ambiental.
	Clasificación eficiente de residuos generados.	Disponer adecuadamente los residuos que se generan y que luego se envían a los vertederos.	Mejorar la calidad de vida en la ciudad y la gestión de recolección de residuos.
Tecnología	Optimizar la gestión de residuos con el apoyo de la Tecnología.	Mejora continua del servicio.	Reducción de costos, mejor servicio a los ciudadanos.
	Implantación de tecnología IoT.	Gestión de residuos en la ciudad aplicando tecnología.	Disponibilidad de información en línea.

Elaboración: Autores de esta tesis.

ANEXO III – Análisis contextual del *Smart Waste Management* en el Perú

En el contexto del Perú, el servicio de *Smart Waste Management*, no se ha encontrado evidencias de casos de éxitos, solo se tiene información de pilotos (prototipos) en Piura y Tacna. En el caso particular de La Victoria (distrito de Lima) se describe la situación actual.

a) *Macroentorno: Nivel nacional y Lima*

- ***Piura***

De la nota de prensa de la Municipalidad Provincial de Piura (2019), informan de la alianza de Telefónica del Perú y la República de Corea para la ejecución del proyecto para convertir a Piura en la Primera ciudad inteligente del Perú y probablemente la Smart City modelo de Sudamérica, cubriendo los componentes de seguridad ciudadana, tránsito, manejo de residuos sólidos, gestión de desastres, entre otros que pueden sumarse a la era digital de Piura.

Este piloto, tendrá una cobertura que abarca los distritos de Castilla y Veintiséis de Octubre, ambos pertenecientes al distrito de Piura, con una duración de 4 años y un costo de 26 millones de soles. En lo que corresponde a la gestión de residuos tiene un alcance de *Smart Waste Management* con uso de tecnologías para la atención de desechos sólidos.

- ***Tacna***

Cuenta con el proyecto “Heroica Smart” (Smart City, 2018), evocando de esta manera a la tenacidad que se requiere para alcanzar este gran desafío. Su estrategia plantea un trabajo por bloques, empezando por los siguientes aspectos: el contacto entre el turista y la ciudad, la participación ciudadana, la seguridad ciudadana, movilidad urbana y la limpieza de la ciudad. Este último componente, es muy similar a *Smart Waste Management*.

b) *Microentorno: Distrito de la Victoria*

La Victoria, es un distrito tradicional limeño, que ha crecido su zona urbana rodeado de conglomerados comerciales importante como: el Emporio Comercial de Gamarra, el Mercado Mayorista N°1 La Parada, el Mercado de Frutas y el comercio

automotriz, donde la actividad económica tiene como protagonista a las micro y pequeñas empresas, y la gran masa de compradores que acuden de todo Lima y el Perú. El crecimiento económico del distrito ha generado múltiples problemas como inseguridad ciudadana, informalidad, desorden territorial, contaminación ambiental etc.

Para el 2017, La Victoria cuenta con 173,630 habitantes en 48,788 viviendas conformando 51,132 hogares en una superficie de 8.74 km² lo que calcula una densidad poblacional de 19,866 habitantes por kilómetro de área, según (GEO PERU ,2020).

Desde el punto de vista de la brecha digital en el 2017, en La Victoria el 51.9% de hogares no cuenta con acceso al internet y el 8.9% no tiene teléfono celular, más aún 48.7% de hogares no poseen ni computadora, laptop o tablet según lo reportado por (GEO PERU, 2020).

En la gestión municipal según GEO PERU (2020), La Victoria tiene un promedio del 70% de ejecución presupuestal en los años 2018 y 2019, y en lo que va del mes de julio del 2020, la comuna va al 39.79% de ejecución, siendo el ítem más bajo en gasto el de proyectos, esto convierte a la gestión municipal en una comuna que apuesta más en lo operativo (actividades) que, en los proyectos, que son generadores de cambios en el distrito.

La generación de residuos sólidos en Lima desde el 2019 (2,644,798 toneladas) al 2020 (3,454,688 toneladas) ha crecido en un 30% en 8 años, en donde el distrito de La Victoria ocupa el puesto 9 en los distritos que más generan residuos sólidos (INEI,2019).

Figura A3. Ranking de distritos de Lima: generación de residuos sólidos.

PROVINCIA DE LIMA: RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS, SEGÚN DISTRITO, 2010 - 2018 (Toneladas)

Distrito	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1 San Juan de Lurigancho	348,065.00	212,687.00	238,928.00	246,504.00	259,820.00	267,889.00	301,418.00	307,876.00	345,483.00
2 San Martín de Porres	161,725.00	153,300.00	158,066.00	156,950.00	161,773.00	166,680.00	208,966.00	213,376.00	267,666.00
3 Lima (Cercado)	171,216.00	197,828.00	197,338.00	222,975.00	230,065.00	244,148.00	238,335.00	243,449.00	235,316.00
4 Ate	176,699.00	125,757.00	146,000.00	152,227.00	182,500.00	204,400.00	212,864.00	200,750.00	207,775.00
5 Villa María del Triunfo	85,674.00	87,020.00	89,448.00	91,931.00	94,100.00	96,657.00	99,240.00	187,905.00	193,382.00
6 Comas	168,378.00	155,462.00	153,123.00	155,444.00	157,763.00	160,063.00	162,323.00	169,425.00	173,129.00
7 San Juan de Miraflores	86,675.00	89,633.00	95,308.00	97,170.00	99,044.00	100,921.00	102,788.00	104,285.00	163,874.00
8 Villa El Salvador	88,653.00	97,918.00	100,952.00	107,624.00	110,918.00	114,273.00	117,678.00	120,074.00	145,718.00
9 La Victoria	98,389.00	102,169.00	128,232.00	126,997.00	125,742.00	136,875.00	143,938.00	141,809.00	142,453.00
10 Santiago de Surco	133,560.00	136,537.00	143,926.00	147,978.00	152,107.00	144,306.00	172,743.00	176,062.00	139,073.00
Otros Distritos	1,145,764.00	1,145,275.00	1,198,313.00	1,253,901.00	1,254,296.00	1,288,567.00	1,404,291.00	1,411,737.00	1,440,819.00
TOTAL	2,664,798.00	2,503,586.00	2,649,634.00	2,759,701.00	2,828,128.00	2,924,779.00	3,164,584.00	3,276,748.00	3,454,688.00

Fuente: Provincia de Lima Compendio Estadístico 2019. INEI, 2019.

Según el reporte del INEI (2019) Figura A4, a nivel de la generación de residuos sólidos per cápita ocupa el lugar 2 en el año 2018, solo detrás de Lima (Cercado), lo que refleja el alto volumen de residuos en función al número de habitantes en La Victoria, esto compromete a la comuna Victoriana a tener una adecuada gestión de residuos para atender la generación de basura que tiene cifras altas.

Figura A4. Ranking de distritos de Lima: generación per cápita de residuos sólidos.

PROVINCIA DE LIMA: GENERACIÓN PERCÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS, SEGÚN DISTRITO, 2010 - 2018
(Kilogramo habitante/día)

	Distrito	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Lima (Cercado)	1.58	1.86	1.88	2.13	2.24	2.42	2.40	2.48	2.43
2	La Victoria	1.42	1.50	1.92	1.91	1.93	2.14	2.30	2.32	2.34
3	Villa Maria del Triunfo	0.57	0.57	0.57	0.59	0.59	0.60	0.61	1.13	1.14
4	San Juan de Miraflores	0.61	0.63	0.66	0.68	0.68	0.69	0.70	0.70	1.08
5	Santiago de Surco	1.16	1.16	1.21	1.24	1.25	1.17	1.38	1.39	1.07
6	San Martín de Porres	0.70	0.65	0.66	0.65	0.66	0.67	0.82	0.83	1.01
7	Comas	0.90	0.83	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.87	0.88
8	Ate	0.90	0.62	0.70	0.73	0.84	0.92	0.93	0.85	0.86
9	San Juan de Lurigancho	0.97	0.58	0.64	0.66	0.68	0.69	0.76	0.76	0.83
10	Villa El Salvador	0.58	0.63	0.63	0.68	0.68	0.69	0.70	0.70	0.83

Fuente: Provincia de Lima Compendio Estadístico 2019. INEI, 2019.

Según la memoria anual 2018 de la Municipalidad de La Victoria informa que se dispone de 17 zonas de recolección a cargo de la empresa operadora de servicio, pero en la realidad no es suficiente para una adecuada gestión de residuos en el distrito. (Municipalidad de la Victoria, 2018).

Según la OEFA (2018), El Ministerio del Ambiente (MINAM) en acción conjunta con Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), identificó 92 distritos en el Perú (en las cuales se encuentra el distrito de La Victoria), en las que sus autoridades municipales requieren tomar medidas de mejora en la gestión de residuos sólidos y limpieza pública, en donde es necesario la cobertura al 100% de limpieza, recojo de basura y la existencia de puntos de acopio para la basura ocasionada por domicilios y comercios. Al no tomar acción sobre lo estipulado, la Procuraduría del Ministerio del Ambiente tiene acción legal, ya que se está generando problemas ambientales y las municipalidades con su inacción tienen cargos de negligencia o haber faltado a sus obligaciones.

En tanto, no se encuentra evidencia que la Municipalidad de La Victoria use actualmente tecnología en servicios Smart asociados a la gestión de residuos en donde el principal beneficiario son los residentes y visitantes, que después trae consecuencias

positivas para el distrito, como es el caso del *Smart Waste Management*.

c) Conclusión

Los Gobiernos Municipales apuestan por los proyectos Smart City para mejorar los servicios que se entregan al ciudadano, pero los relacionados de manera específica a Smart Waste aún se encuentran en fase inicial o a un nivel de prototipo en algunas ciudades del Perú (Piura y Tacna). El reto es disponer de un ecosistema *Smart Waste Management* enmarcado en un Smart City, en donde se identifican los siguientes factores básicos, que son comunes para los casos anteriormente citados:

- Gestionar la recolección de residuos empleando tecnología.
- Implementar el reciclaje
- Disponer de datos e información en línea sobre la gestión de residuos.
- Reducción en la generación de desechos.

Estas iniciativas Municipales, demuestran que se va tomando conciencia que los ciudadanos pueden alcanzar un mejor nivel de vida, cubriendo necesidades y problemáticas con ayuda de la tecnología, con es en el caso en la gestión de residuos sólidos inteligentes.

Respecto a las barreras, desde el análisis del microentorno a nivel del distrito de La Victoria valida algunos aspectos encontrados en la revisión de literatura. Esto corresponde principalmente a la falta de Infraestructura que tendría que ser incluida en la ejecución presupuestal, las regulaciones políticas y normas (ya en revisión por la OEFA) y el conocimiento técnico de planeamiento como parte del reto para la disposición de un ecosistema de *Smart Waste Management*.

ANEXO IV – Entrevista a expertos

Tabla A4. Cuadro de expertos entrevistados

Profesional	Centro de trabajo	Cargo
José Carlos Baylón Montes.	Grupo Transnacional Archroma - Perú	Gerente de Operaciones
Maritza Arbaiza Ríos	Universidad ESAN	Jefa de Servicios Generales y responsable del proyecto de desarrollo sostenible ECOESAN
Dennis Zarate Torres	Colegio de Ingenieros del Perú	Presidente del Comité Especializado de IoT del Capítulo de Ingeniería Electrónica
Yessica Mercedes Paz Rosales	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL)	Encargada de gestión de residuos - Equipo Gestión Ambiental y Servicios Ecosistémicos
Henry Orillo	Innova Ambiental SA	Jefe de Operaciones
Jorge Rolando Llanos García	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)	Especialista Legal

Elaboración: Autores de esta tesis.

ENTREVISTA N°1

Entrevista realizada a: José Carlos Baylón Montes
Gerente de Operaciones
Grupo Transnacional Archroma - Perú
Fecha: 16 de diciembre del 2020

1. *¿Qué problemas considera que existe en el sector gobierno en cuanto a la implementación de nuevas soluciones tecnológicas en una ciudad?*

Dado al contexto actual (COVID-19), el Gobierno ha puesto su enfoque a las tecnologías, esto ayuda al cambio de mentalidad respecto a la tecnología.

- **El conocimiento**, el Estado no se encuentra capacitado con respecto a la Gestión Inteligente de residuos, y los profesionales mayores capacitados se encuentran en sector privado. Escasa inversión en la formación del personal del sector público en tecnologías orientadas a gestión de residuos.
- **El presupuesto**, aún no se ha estimado los márgenes de gasto.
- **La burocracia**, es una restricción para poder agilizar los proyectos, por lo que, no permite que se materialicen las ideas de este tipo de proyectos. Sumando, al temor a la fiscalización de la Contraloría, que impide que se aprueben los proyectos.

2. *¿Qué referencia posee sobre el éxito de soluciones de gestión de residuos?*

- **Economía circular**, a nivel local se trabaja con las 5s son un ejemplo (Seiri, la clasificación. Seiton, el orden. Seiso, la limpieza. Seiketsu, la estandarización. Shitsuke, la autodisciplina.)
- **Reutilización de desechos**, en la producción (gestión de control de residuos y buenas prácticas) en alianzas con otras empresas. Archroma realiza tratamiento de agua y reutilización, las empresas (medianas/grandes) ya se encuentran atendiendo el reciclaje, esto ha ayudado a generar ahorros e impacto en reducir la generación de residuos.

3. *¿Qué oportunidades ofrecerían las alianzas con empresas privadas en la implementación de la gestión de residuos en una ciudad?*

- **Alianza municipalidades y empresa privada**, ya que las empresas privadas tienen el conocimiento, esto ayudaría a formar grupos de conocimiento donde ambos ganarían.
- **Responsabilidad social**, con aporte económico de por medio. El Programa Responsible Care® (Conducta Responsable) de la Sociedad Nacional de Industrial, ya que es exigencia para la industria química, y para los no industriales podría complementar otras áreas como lo económico, conocimiento tecnológico, etc., donde estos se relacionan con la sostenibilidad.

4. *¿Cuáles son los impactos de poseer una solución de gestión de residuos inteligente?*

- **Disminución de costo**, donde esto genera ahorro, y se obtienen beneficios a la industria y la ciudad, y con tecnología (app de uso ciudadano) se tiene datos de segregación de residuos, y como beneficio ciudadano: disminución de impuestos al usuario.
- **Reducción de la huella de carbono**, permite obtener bonos de carbono esto ayuda a los números de sustentabilidad del país, esto genera inversiones ya que el riesgo a nivel país disminuye.
- **Obtener información de la ciudad** (Big Data) en lo que respecta a la gestión de residuos.

5. *¿Cuáles serían las estrategias para introducir una solución tecnológica en una ciudad?*

Para introducir tecnología en gestión inteligente de residuos, **partir con grupos de trabajo desde las Universidades y los Gremios** (Cámara de Comercio, Sociedad Nacional de Industria, etc.):

- Universidades: nexo directo con el gobierno para plantear ideas y proyectos; también poseen contactos.
- Gremios: SNI, mineros, ellos necesitan inversiones y tienen responsabilidad social.

Esta conexión fomenta la inversión del país y el Gobierno cumple el rol de organizador y gestor.

6. *¿Cuáles serían los factores preponderantes para adoptar una solución de gestión de residuos con tecnología?*

Factores preponderantes:

- **Cambio cultural** de las personas.
- **Capacitación adecuada del personal** involucrado, tener personas capacitadas en los puestos adecuados,
- **Tropicalizar la experiencia extranjera** a la realidad nuestra.

ENTREVISTA N°2

Entrevista realizada a: Maritza Arbaiza Ríos
Jefa de Servicios Generales y responsable del
proyecto de desarrollo sostenible ECOESAN
Universidad ESAN
Fecha: 18 de diciembre del 2020

1. *¿Qué problemas considera que existe en el sector gobierno en cuanto a la implementación de nuevas soluciones tecnológicas en una ciudad?*

Este tipo de soluciones está orientada a la economía circular con impacto ambiental y social, por ello:

- **El Presupuesto**, es el primer problema que afronta el gobierno para dar este tipo de soluciones.
- **Las normativas legales**, son las que se deben aplicar para cada sector (municipio, salud, textil, etc.).
- **Alianzas estratégicas público privada**, que permitan al gobierno generar un presupuesto en caso de no disponerlas.

2. *¿Qué referencia posee sobre el éxito de soluciones de gestión de residuos?*

El éxito de estas soluciones, tanto en el sector municipal y comercial, va de la mano con:

- **El costo/beneficio económico.**
- **Los beneficios ambientales**, producto del despliegue.
- **El beneficio para el reporte Green de la empresa**, donde la sostenibilidad es un aporte ambiental a nivel integral en diferentes ámbitos (ambiental, económico y social).
- **Tendencia a que las soluciones de gestión inteligente de residuos deben estar integradas a una ciudad inteligente.**

3. *¿Qué oportunidades ofrecerían las alianzas con empresas privadas en la implementación de la gestión de residuos en una ciudad?*

Las alianzas son principal y fundamentalmente el éxito para este tipo de implementaciones, que ofrecerían:

- **Ahorro y reducción de costos**, en las operaciones de gestión de residuos.
- **Generación de proyectos de beneficio social**, que permiten otras alianzas de contribución conjunta; donde los residuos se han convertido en el insumo que contribuye a que se concreten estos proyectos sociales.

4. *¿Cuáles son los impactos de poseer una solución de gestión de residuos inteligente?*

Poseer soluciones de estas características, permitiría abordar diversos problemas entre otros:

- **Desborde de contenedores de residuos.**
- **Recolección de residuos ineficiente**, salvo en algunos distritos.
- **Beneficios para los ciudadanos**, descuentos por segregación de residuos que incentivan su participación.
- **Disminución de huellas de carbono.**

Por ello se debe realizar un adecuado enfoque para identificar los lugares donde existe una mayor necesidad de implementar soluciones de gestión de residuos.

5. *¿Cuáles serían las estrategias para introducir una solución tecnológica en una ciudad?*

- **Desarrollar políticas industriales**, comerciales, agro y servicios para temas de residuos (sólo existe políticas ambientales) para el desarrollo sustentable. Las políticas claras con un desarrollo sustentable que brindan una guía de crecimiento económico.
- **Alianza pública y privada**, entre Estado, Municipalidades, ONG y empresas que quieren tener un buen reporte Green y reducir la huella de carbono de su organización.

6. *¿Cuáles serían los factores preponderantes para adoptar una solución de gestión de residuos con tecnología?*

Factores preponderantes:

- **Analizar el contexto e** identificar dónde existe mayor concentración de residuos.
- **Ingresar al mercado medioambiental y aumentar el PBI**, tomando como referencia a otros países, tales como EEUU, Japón, Alemania, Holanda, quienes fueron los primeros en adoptar la gestión de residuos.

ENTREVISTA N°3

Entrevista realizada a: Dennis Zarate
Presidente del comité especializado de IoT
del Capítulo de Ingeniería Electrónica
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Fecha: 22 de diciembre del 2020

1. *¿Qué problemas considera que existe en el sector gobierno en cuanto a la implementación de nuevas soluciones tecnológicas en una ciudad?*

- **Falta de empoderamiento.** Se requiere un ente rector empoderado que permita llevar las iniciativas tecnológicas a todas las demás unidades o ministerios.
- **Soluciones no Integradas.** Se requiere lograr la integración entre los diferentes sistemas del estado (RENIEC, SUNAT, etc.), donde el gobierno sea el orquestador.
- **Existen islas de Información.** Cada ministerio requiere aplicar una gobernanza de datos que vaya más allá de las políticas donde se vele que la información sea íntegra y de calidad, alineadas estratégicamente con la designación de roles.
- **Pensar que la tecnología es una solución en sí misma,** por lo que debe haber un medio de orquestación.
- **El cambio de las personas,** también es un impulso que necesita apoyo por parte del gobierno, donde se cree la solución para su uso y se pueda aprovechar la solución tecnológica en su amplitud.

2. *¿Qué referencia posee sobre el éxito de soluciones de gestión de residuos?*

- **La creación de micro redes para contenedores inteligentes,** que pueden alertar si se encuentran llenos permitiendo identificar cuál es la demanda en los distintos puntos de la ciudad. El despliegue de micro redes funciona en los contenedores conectados al interno a través de una red LoRa con distintos sensores y al externo con un proveedor de servicio de internet, es decir una solución híbrida de gran ayuda. (Solución en Nube para la gestión de residuos)
- **Dispositivos conectados a una red 4G,** empleando redes IoT disponibles por operador tales como NB-IoT (Narrow Band) o LTE-M (Machine) que dependen del tipo de despliegue de comunicaciones que se adopte en el país.
- **Relación directa entre los residuos y el consumo del agua. (Huella Hídrica)**

3. *¿Qué oportunidades ofrecerían las alianzas con empresas privadas en la implementación de la gestión de residuos en una ciudad?*

- **Conciencia ecológica por parte de los ciudadanos,** quienes al recibir el beneficio directamente permitirían promover una participación responsable.

- **Sustentabilidad de proyectos** (económicamente viable, medioambientalmente amigable y socialmente inclusiva), permitiendo a las empresas privadas desarrollar iniciativas al recibir beneficios tributarios.

4. *¿Cuáles son los impactos de poseer una solución de gestión de residuos inteligente?*

Los impactos deben ser marcados a través de:

- Referencias numéricas o **indicadores** para realizar la comparación de cómo la ciudad va mejorando en el tiempo.
- El **marco de referencia** de la ISO 37120 contiene métricas que podrían tomarse en cuenta.

5. *¿Cuáles serían las estrategias para introducir una solución tecnológica en una ciudad?*

- **Gestión articulada**, entre el gobierno, empresa privada y usuarios.
 - a) El gobierno, como promotor/facilitador debe brindar las normativas, legislación y desarrollar un mercado.
 - b) Empresas privadas, que adopten este tipo de tecnologías.
 - c) Usuarios, para que aprovechen la solución, se beneficien y exijan una mejor oferta.

Algunos fracasos ya han ocurrido al no tener esta sinergia, aunque la tecnología sea innovadora. La **aceptación** por parte de los ciudadanos es importante.

6. *¿Cuáles serían los factores preponderantes para adoptar una solución de gestión de residuos con tecnología?*

- **El contexto de la ciudad**, es un factor a considerar, se podría tener una ciudad con disponibilidad de recursos económicos propios para adoptar y/o continuar con una solución de gestión de residuos con tecnologías; y como contraste se podría tener una ciudad con problemas de gobierno para afrontar los problemas en el tratamiento de la gestión de residuos.

ENTREVISTA N°4

Entrevista realizada a: Yessica Paz Rosales
Encargada de Gestión de residuos
Equipo Gestión Ambiental y Servicios
Ecosistémicos
Servicio de Agua Potable y Alcantarillado
de Lima (SEDAPAL)
Fecha: 23 de diciembre del 2020

1. *¿Qué problemas considera que existe en el sector gobierno en cuanto a la implementación de nuevas soluciones tecnológicas en una ciudad?*

- **Marco regulatorio sin actuación**, actualmente se tiene uno moderno con la aplicación de economía circular y la valorización de residuos que aún no se implementan a través de la segregación fuente.
- **La sensibilización de las personas**, aún no respetan el procedimiento.
- **Recojo de residuo municipal ineficiente**, generando costos a la sociedad e impacto ambiental.

2. *¿Qué referencia posee sobre el éxito de soluciones de gestión de residuos?*

Existen 2 tipos de residuos:

Residuos No Municipales (Valorización)

- **Economía Circular**, dando valor al residuo volviendo al ciclo productivo de la cadena y generando insumos por los compost de SEDAPAL (tratamiento al lodo crudo).

Residuos Municipales (Segregación)

Segregación adecuada en algunos municipios, sus procedimientos permiten que los residuos sean segregados y valorizados. Las iniciativas van al lado del sector construcción.

3. *¿Qué oportunidades ofrecerían las alianzas con empresas privadas en la implementación de la gestión de residuos en una ciudad?*

- **Alianzas entre sectores**, combinación de fuerzas partiendo del gobierno, quien puede encaminar esta gestión. Las municipalidades tienen obligación y responsabilidad de manejo de residuos que con algún apoyo adicional por parte de una empresa privada puede lograr una valorización de residuos por medio del conocimiento e ideas innovadoras

4. *¿Cuáles son los impactos de poseer una solución de gestión de residuos inteligente?*

- **Impacto social**, que se presenta con una mejora del impacto visual de la población al tener cero residuos y una disminución de conflictos con la sociedad

- **Impacto ambiental**, generando una disminución de la contaminación y el cumplimiento del marco ambiental.
- **Impacto Económico**, que se evidencia en ahorros de recursos, gastos logísticos y la generación de ingresos.

La tecnología ayuda a obtener la eficiencia en la gestión de residuos.

5. *¿Cuáles serían las estrategias para introducir una solución tecnológica en una ciudad?*

- **Sensibilización con incentivos a los ciudadanos**, buscar beneficios para soportar las campañas de sensibilización.
- **Capacitación**, por edad, a la población para que en el mediano plazo penetre en la cultura del ciudadano.
- **Potenciar la fiscalización.**

6. *¿Cuáles serían los factores preponderantes para adoptar una solución de gestión de residuos con tecnología?*

Factores:

- **Disminución de la contaminación.**
- **Generación de ingresos**, a través de una economía circular.
- **Imagen empresarial.**

ENTREVISTA N°5

Entrevista realizada a: Henry Orillo
Jefe de Operaciones
INNOVA AMBIENTAL SA PERU
Fecha: 28 de diciembre del 2020

1. *¿Qué problemas considera que existe en el sector gobierno en cuanto a la implementación de nuevas soluciones tecnológicas en una ciudad?*

- **Inadecuada asignación de recursos**, cada ciudad/distrito tiene objetivos diversos de acuerdo a la asignación de recursos que recibe.
- **No tienen una visión en conjunto u objetivos definidos**, algunas apelan por la tecnología, otras solo optan por soluciones tradicionales sin solicitar mayor innovación tecnológica.

2. *¿Qué referencia posee sobre el éxito de soluciones de gestión de residuos?*

- **Servicios de contenerización**, desplegado en San Borja (Perú) por primera vez a través de tecnología de carga externa superior que nació de la decisión política de la autoridad municipal de aquel entonces. Un caso similar se tiene en Rosario (Argentina) con vehículos de carga lateral.

3. *¿Qué oportunidades ofrecerían las alianzas con empresas privadas en la implementación de la gestión de residuos en una ciudad?*

- **Disponer de un abanico de innovaciones tecnológicas.**
- **Desarrollar funciones de control**, propias de las autoridades municipales que busquen la mejora de la gestión de recursos. Dejando la gestión de residuos a empresas privadas y enfocándose en la gestión pública,

4. *¿Cuáles son los impactos de poseer una solución de gestión de residuos inteligente?*

Los impactos son:

- **Mejorar la gestión de residuos en la ciudad**, con posibilidades de seguir mejorando a mediano y largo plazo. (mayor orden, moderna, innovadora basada en una base de datos de información)
- **Impacto económico**, con menores costos al concesionar la gestión de residuos en un periodo determinado.
- **Impacto ambiental y en la salud de la ciudad**, con la disminución de proliferación de vectores y generación de olores.
- **Impacto a nivel de imagen como ciudad.**
- **Impacto a nivel de costos**, con posibilidad de reciclar y reaprovechar los residuos.
- **Impacto cultural de la ciudadanía.**

5. *¿Cuáles serían las estrategias para introducir una solución tecnológica en una ciudad?*

- **Favorecer la participación de las empresas privadas.**
- **Mejorar el marco normativo ya existente**, para que las empresas privadas puedan invertir en tecnología para la gestión de residuos favorable para la ciudad.
- **Marco normativo más centralizado y estandarizado**, que permita tener un único sistema de gestión de residuos durante las concesiones a nivel nacional.

6. *¿Cuáles serían los factores preponderantes para adoptar una solución de gestión de residuos con tecnología?*

Factores:

- **Económicos**, siendo esta la principal.
- **Salud**, que permita garantizar la salud de la ciudadanía.
- **Innovación Tecnológica**, que a la fecha están desplegadas en menor escala.

ENTREVISTA N°6

Entrevista realizada a: Jorge Rolando Llanos García
Especialista legal -
Organismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental (OEFA)
Fecha: 28 de diciembre del 2020

1. *¿Qué problemas considera que existe en el sector gobierno en cuanto a la implementación de nuevas soluciones tecnológicas en una ciudad?*

- **Falta de desarrollo normativo de la gestión de residuos con tecnología**, no hay regulaciones, lineamientos y guías.
- **Falta de capacitación del funcionario público**, falta de visión global, de comparativa e innovación en nuevas tecnologías.
- **Falta de ejecución presupuestal**, no hay acompañamiento eficaz en la ejecución presupuestal.
- **Alta rotación del personal municipal**, que impacta en la capacitación del personal y falta de lineamientos para la gestión inteligente de residuos.
- **Capacitación del personal**, con conocimientos limitados, sobre todo al interior del país.
- **Perfil profesional**, estandarizar los perfiles (ejemplo: ingenieros) para el sector.
- **Falta de data actualizada a nivel de gestión de residuos**, los sistemas no contienen datos oficiales de actualizados al respecto.
- **Falta de planes consolidados a largo plazo**, por problemas procedimentales.

2. *¿Qué referencia posee sobre el éxito de soluciones de gestión de residuos?*

Existen iniciativas preliminares de soluciones tecnológicas de algunas municipalidades (San Isidro, Miraflores, Magdalena) con las que postulan año a año al premio de la WWF (“Ciudades Sostenibles”)

Con referencia Perú al 2018:

- **Arequipa:** Piloto de gestión inteligente (Ideas).
- **Miraflores:** Implementación de puntos limpios con paneles solares y cargadores de celular.
- **Jesús María y San Borja:** Contenedores soterrados con operación manual de recojo de residuos.

Problemática identificada: gestión de residuos sin enfoque en mantenimiento.

*Europa: implementación de contenedores aéreos y puntos críticos.

3. *¿Qué oportunidades ofrecerían las alianzas con empresas privadas en la implementación de la gestión de residuos en una ciudad?*

- **Establecer una plataforma tecnológica** enfocada a la gestión de residuos, fomentar la capacitación del personal y suministrar equipamiento. La principal problemática: aspectos políticos y barreras del personal involucrado.
- **Establecer cooperaciones internacionales**, para la asesoría técnica y apoyo financiero.
- **Establecer una multiplataforma** que conecte al Estado, el sector privado y organismos de cooperación internacional; para acercar a los involucrados.
- **Establecer un piloto** con la ayuda de entidades privadas y municipalidades “desarrolladas”.
- **Apoyo en capacitación** para brindar asesorías relacionadas.

4. *¿Cuáles son los impactos de poseer una solución de gestión de residuos inteligente?*

- **Ahorro económico** (combustible, horas hombre, personal, maquinaria, etc.)
- **Disminución de la huella de carbono.**
- **Busca de mejora de las soluciones cada vez más innovadoras.**
- **Responsabilidad social con reglas de convivencia**, conjugando la cultura y la norma (patrones de conducta) con mejorar la fiscalización, lo que va impactar las normas de convivencia de la sociedad.

5. *¿Cuáles serían las estrategias para introducir una solución tecnológica en una ciudad?*

- **Sensibilización y capacitación enfocada a las municipalidades** y enfatizar en los beneficios de un sistema inteligente de residuos.
- **Realizar comparativas.**
- **Acudir a municipalidades pro (que acepten la idea):** Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar, Lima Metropolitana, Surco, Ate y Jesús María (se presta para un posible piloto).
- **Sensibilización ciudadana.**

6. *¿Cuáles serían los factores preponderantes para adoptar una solución de gestión de residuos con tecnología?*

Factores preponderantes:

- Económico: en base a la ejecución presupuestal.
 - o **Ahorro económico** por la tecnología en sí.
 - o **Reducción de arbitrios** para los ciudadanos.
- **Alta rotación del personal municipal.**
- **Capacitación del funcionario público.**
- **Cultura ciudadana**, para que acepten la solución de gestión inteligente de residuos.
- **Normativa clara** respecto a las obligaciones para el uso de tecnologías en la gestión de residuos.
- **Punto focal**, lugar o plataforma tecnológica donde se concentre a las municipalidades, consultoras, la industria tecnológica y gestión de residuos, etc.

- **Método de transmitir la idea** de gestión inteligente de residuos (información) para las municipalidades.

ANEXO V – Cuestionario



TESIS MAESTRIA MADTI 2018-II UNIVERSIDAD ESAN

Bienvenido.

La presente encuesta es parte de un trabajo de investigación que pretende determinar los factores críticos para la adopción de *Smart Waste Management* en una ciudad en vías de desarrollo en América Latina.

El manejo de datos es confidencial y será utilizado única y exclusivamente para la presente tesis: "*Factores críticos para la adopción de Smart Waste Management en una ciudad en vías de desarrollo en América Latina*" de la maestría Maestría en Dirección de Tecnologías de Información de la Universidad ESAN.

Gracias por participar en nuestra encuesta.

TESIS MAESTRIA MADTI 2018-II UNIVERSIDAD ESAN

Bienvenido.

Por favor, indique su valorización de las preguntas según:

Totalmente en Desacuerdo (1).

En desacuerdo (2).

No sabe no opina (3).

De acuerdo (4).

Totalmente de Acuerdo (5).

*** 1. El Enfoque de uso de las tecnologías de la información contribuye a implementar un sistema inteligente de gestión de residuos con datos abiertos hacia los interesados.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 2. El Enfoque de uso de las tecnologías de la información favorece al equilibrio entre el uso de recursos y la generación de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 3. La alianza del sector público y privado contribuyen a implementar un servicio de gestión inteligente de residuos con tecnología que este centrada en la ciudadanía y el ambiente.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 4. El Gobierno Local en su rol de organizador del sector privado y la ciudadanía es vital para la viabilidad de un sistema inteligente de gestión de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 5. El gobierno digital basado en políticas, marco normativo y planes de desarrollo enfocados en la gestión de residuos favorece la implementación e innovación de un servicio gestión de residuos con tecnología.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 6. La administración pública digitalizada del Gobierno Local contribuye al desarrollo de la gestión inteligente de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 7. La rentabilidad del servicio de la gestión inteligente de residuos aporta a la economía de la organización que la implementa.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 8. Una gestión inteligente de residuos contribuye a la reducción de costos operativos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 9. La correcta selección de proveedores en la gestión inteligentes de residuos favorece a la reducción de costos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 10. El implementar un sistema de gestión inteligente de residuos aporta a una mayor generación de beneficios sociales a la ciudadanía.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 11. La adopción de un sistema de gestión inteligente de residuos en las ciudades promueven la creación de empleo.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 12. Los costos elevados de los servicios de gestión de residuos como limpieza pública contribuyen a buscar mayor presupuesto.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 13. El optar por un sistema de financiamiento sostenible favorece a la implementación del servicio de gestión inteligente de residuos en ciudades en desarrollo.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 14. **El personal calificado y capacitado contribuye a la implementación de un sistema de gestión inteligente de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 15. **El aspecto cultural de la comunidad favorece a implementar una gestión inteligente de residuos**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 16. **La participación ciudadana contribuye a mejorar el diseño de servicio gestión inteligente de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 17. **La gestión inteligente de residuos contribuye a la inclusión social en las ciudades.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 18. **La búsqueda de la sostenibilidad de una ciudad favorece a la implementación de un sistema inteligente de gestión de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 19. **La sustentabilidad (económicamente viable, medioambientalmente amigable y socialmente inclusiva) de un servicio de gestión de residuos con tecnología favorece a su implementación en una ciudad.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 20. **La gestión de residuos con tecnología contribuye a implementar mejoras en los procesos operativos de la gestión de residuos aumentando la calidad de vida de los ciudadanos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 21. **La transformación de procesos operativos en la gestión de residuos con tecnología favorece en un servicio orientado al ciudadano y medioambiente.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 22. **La clasificación eficiente de residuos con el uso de tecnología favorece a la menor contaminación ambiental.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 23. **La clasificación eficiente de residuos con tecnología aporta a la reducción riesgos laborales del personal que opera el servicio de gestión de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 24. **La difusión de tecnología favorece el impulso de adopción de nuevas plataformas.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 25. **La difusión de tecnología contribuye a brindar un mejor servicio de gestión inteligente de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 26. **El Enrutamiento para menor retraso en el recojo de residuos aporta a la calidad y eficiencia del servicio de gestión inteligente de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 27. **La Eficiencia energética favorece a la calidad del servicio de una ciudad inteligente.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 28. **La Convergencia e integración de tecnologías y comunicaciones favorecen al impulso de las iniciativas para la gestión inteligente de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 29. **La Convergencia e integración de tecnologías y comunicaciones contribuye al desarrollo de soluciones innovadoras para la gestión inteligente de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 30. **La Convergencia e integración de tecnologías y comunicaciones aporta a que las soluciones cumplan con las necesidades y requerimientos de la ciudad.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 31. **La Incorporación de Tecnología emergente contribuye a la gestión y optimización de procesos de recojo de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 32. La Incorporación de Tecnología emergente aporta al procesamiento de información relevante del servicio de gestión de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 33. La viabilidad de infraestructura tecnológica favorece al incremento de beneficios orientados al ciudadano en un sistema inteligente de gestión de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 34. El uso de nuevas tecnologías que son percibidas como complejas no favorecen a la adopción de un sistema de gestión inteligente de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 35. Las iniciativas de convertirse en una ciudad inteligente contribuyen a la implementación de un sistema inteligente de gestión de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 36. La disponibilidad financiera favorece a la implementación de un sistema inteligente de gestión de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 37. El uso de las tecnologías de la información en un sistema inteligente de gestión de residuos a través de una plataforma unificada sería de amplia aceptación ciudadana.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** 38. La participación del sector privado con sus soluciones innovadoras apoyan a la implementación de un sistema inteligente de gestión de residuos.**

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe no opina	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

TESIS MAESTRIA MADTI 2018-II UNIVERSIDAD ESAN

Acerca del entrevistado

* 39. **Perfil**

Investigador

Consultor

Gerente

Especialista

Docente

* 40. **Sector**

TI

Ambiental

Telecomunicaciones

Otros

Gobierno

* 41. **LinkedIn - Correo electrónico**

ANEXO VI – Resumen de respuesta de los encuestados

E = Encuestado y P = Pregunta. P1 hasta P19:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
E1	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4	5	5
E2	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	3	5	5	5	2	5	5
E3	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4
E4	4	4	4	3	2	3	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4	4
E5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	5	4	4	4	5	5	4	5	4
E6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5
E7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E8	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
E9	4	2	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	2
E10	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E11	4	4	4	5	4	4	3	5	5	5	2	5	4	5	4	5	4	4	4
E12	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	3	4
E13	3	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	3	4	5	5	4	3	5	4
E14	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5
E15	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3
E16	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	2	4	4	5	5	4	5	4	5
E17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E18	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	3	2	3	4	4	4	4	4	5
E19	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5
E20	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4
E21	4	4	5	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4
E22	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	2	4	4	4	4	2	3	4	4
E23	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4
E24	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4
E25	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
E26	4	4	3	4	3	3	4	5	5	5	5	3	4	4	5	4	4	4	4
E27	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4	5	5	5	5	4	5
E28	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4
E29	1	2	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	2
E30	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	2	4	4	4	4
E31	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5
E32	4	4	5	2	4	4	4	4	5	4	3	3	5	4	5	5	5	4	4
E33	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	3
E34	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	2	4	4
E35	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4
E36	5	2	3	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4
E37	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E38	2	4	4	2	3	2	4	4	4	3	3	4	4	4	3	2	4	4	3
E39	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4	4	5	2	4	3	5	4
E40	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	3	4	5	3	4	5	4	4
E41	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
E42	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	4	5	5	4	4	4

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
E43	4	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	2	4	5	5	5	4	3	4
E44	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4
E45	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	3	5	5	4	4	3	5	4
E46	4	5	5	5	4	3	4	5	5	4	4	2	4	5	5	5	4	5	5
E47	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4
E48	4	4	5	5	4	4	3	4	4	5	3	4	4	5	4	4	4	4	4
E49	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
E50	4	3	5	5	4	4	3	5	5	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4
E51	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5
E52	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E53	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	2	4	4	4
E54	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
E55	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E56	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	3	5
E57	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5
E58	4	4	4	4	4	4	3	5	4	5	3	2	4	4	5	5	5	4	4
E59	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4
E60	4	4	4	3	4	2	4	3	4	3	2	4	3	3	5	3	1	1	2
E61	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
E62	4	5	4	3	4	4	1	4	2	4	5	4	4	4	4	4	1	2	3
E63	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E64	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E65	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3
E66	4	4	4	2	2	4	4	5	4	4	4	2	4	4	5	5	4	5	4
E67	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4
E68	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	5
E69	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	3	4	4
E70	1	5	4	4	4	2	2	5	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4
E71	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	2	3	4	5	5	5	4	4
E72	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E73	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
E74	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
E75	4	4	5	3	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	3	4	4
E76	4	4	5	4	4	3	3	5	4	4	4	4	5	4	3	5	4	4	4
E77	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E78	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
E79	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4
E80	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4
E81	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5
E82	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5
E83	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E84	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
E85	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	5	5
	4.24	4.18	4.34	4.26	4.18	4.07	4.09	4.36	4.33	4.34	3.98	3.82	4.14	4.39	4.32	4.29	4.02	4.22	4.16

Continuación de preguntas desde P20 a P38.

	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38
E1	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	2	4	4	4	4
E2	5	3	5	3	5	2	3	4	4	4	4	5	5	3	3	5	5	4	4
E3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4
E4	2	3	4	3	4	2	2	4	2	2	4	2	4	2	2	4	4	2	4
E5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
E6	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4
E7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4	5	5
E8	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
E9	4	4	5	5	5	2	5	4	4	5	2	4	4	4	4	4	5	2	4
E10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E11	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	5	5	5	5
E12	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	3	5	3	5	5	2	4
E13	4	3	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	3	4	5	5	5
E14	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4
E15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E16	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5
E17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E18	4	4	2	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
E19	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4
E20	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
E21	4	4	4	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
E22	4	2	1	2	4	4	4	4	4	4	2	2	3	4	2	4	4	4	4
E23	4	4	5	5	5	5	4	3	5	5	4	5	5	4	2	4	5	4	4
E24	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	2	5	5	4	4
E25	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	2	4	4	3	4
E26	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	5
E27	4	5	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4
E28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
E29	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3
E30	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	1	5	5	3	4
E31	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4
E32	4	4	5	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5
E33	4	5	4	4	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	3	5	5	5
E34	3	2	5	4	4	2	4	2	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4
E35	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
E36	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	5	4	5
E37	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E38	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	2	2	4	2	4	4	4	4
E39	4	4	5	3	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	1	4	5	4	4
E40	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	4	5	5	4	3	5	4	4	4
E41	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
E42	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
E43	3	5	5	5	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	5	4
E44	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4

E45	3	5	5	4	5	3	4	5	5	3	4	3	5	5	2	4	5	5	4
E46	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4
E47	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	4
E48	4	4	5	3	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4
E49	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5
E50	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	2	1	4
E51	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	4	5	4	5
E52	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
E53	4	3	5	5	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5
E54	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5
E55	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
E56	5	5	3	4	4	4	4	4	4	3	3	5	5	5	5	4	4	4	4
E57	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	3	5	5	4	4
E58	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
E59	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
E60	4	4	2	4	2	3	4	5	1	3	2	2	2	4	4	5	4	4	3
E61	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
E62	4	4	4	5	5	5	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
E63	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E64	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E65	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
E66	5	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	5	5	2	4	4	4	5	5
E67	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	3	5	3	4	4	5	4
E68	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4
E69	5	3	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	1	5	4	2	4
E70	4	2	4	5	4	2	3	4	4	5	3	4	4	5	5	4	5	4	5
E71	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
E72	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	5	4	4	4
E73	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4	4	4	5
E74	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4
E75	4	4	4	5	5	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4
E76	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4
E77	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E78	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5
E79	4	4	5	4	5	5	4	4	3	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
E80	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	1	4	4	3	5
E81	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5
E82	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
E83	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E84	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E85	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	4.20	4.11	4.39	4.27	4.28	4.09	4.18	4.16	4.11	4.24	4.06	4.12	4.19	4.12	3.35	4.25	4.22	3.94	4.22

CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

- Adapa, S. (2018). Indian Smart Cities and Cleaner Production Initiatives – Integrated Framework and Recommendations. *Journal of Cleaner Production*. 172. 10.1016/j.jclepro.2017.11.250.
- Ahmad, N., & Mehmood, R. (2015). Enterprise systems: Are we ready for future sustainable cities. *Supply Chain Management*, 20(3), 264–283. <https://doi.org/10.1108/SCM-11-2014-0370>.
- Ahmed, I. (2020). Technology organization environment framework in cloud computing. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(2), 716. <https://doi.org/10.12928/telkonnika.v18i2.13871>
- Almuraqab, N. & Jasimuddin, S. (2017). Factors that Influence End-Users' Adoption of Smart Government Services in the UAE: A Conceptual Framework. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*. 20. pp 11-23.
- Alvarado López, R. (2017) Smart and Sustainable City: Towards an inclusive innovation model. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad* .10.32870/pk.a7n13.299
- Amar Flores D. (2016). Estudio de Casos de Ciudades Inteligentes, Medellín Colombia, Banco Interamericano de Desarrollo, <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17136/estudios-de-casos-internacionales-de-ciudades-inteligentes-medellin-colombia>
- Anh Khoa, T., Phuc, C. H., Lam, P. D., Nhu, L. M. B., Trong, N. M., Phuong, N. T. H., Dung, N. V., Tan-Y, N., Nguyen, H. N., & Duc, D. N. M. (2020). Waste Management System Using IoT-Based Machine Learning in University. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2020/6138637>
- Aparcana, S. (2017). Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low- and middle-income countries: Review of barriers and success factors. *Waste Management*, 61, 593-607. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.028>
- Araral, E. (2020). Why do cities adopt smart technologies? .Contingency theory and evidence from the United States. *Cities*, 106, 102873. doi:

10.1016/j.cities.2020.102873

- Arbaiza, L. (2014). *Cómo elaborar una tesis de grado*. Lima: Perú, ESAN Ediciones.
- Barbierato, L., Estebansari, A., Pons, E., Pau, M., Salassa, F., Ghirardi, M., Patti, E., 2018. A distributed IoT infrastructure to test and deploy real-time demand response in smart grids. *IEEE Internet Things J.* 6 (1), 1136e1146.
- Barns, S. (2018). Smart cities and urban data platforms: Designing interfaces for smart governance. *City, Culture and Society*, 12, 5-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.09.006>
- Ben Yahia, N., Eljaoued, W., Bellamine Ben Saoud, N., & Colomo-Palacios, R. (2019). Towards sustainable collaborative networks for smart cities co-governance. *International Journal of Information Management*, 102037. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.11.005>
- Bibri, S. E. (2018). The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 38, 230-253. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.034>
- Bharadwaj, B., Rai, R. K., & Nepal, M. (2020). Sustainable financing for municipal solid waste management in Nepal. *PLOS ONE*, 15(8), e0231933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231933>
- Bremser, C., Piller, G., & Helfert, M. (2019). Technology Adoption in Smart City Initiatives: Starting Points and Influence Factors. *Proceedings of the 8th International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems*, 70-79. <https://doi.org/10.5220/00077027007000079>
- Castro, A., Ozkil, A., Schuldt-Jensen, J. (2017). *Smart Cities: A Case Study in Waste Monitoring and Management*. Recuperado de. <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/handle/10125/41320>.
- Chatterjee, S., & Kar, A. K. (2018). Effects of successful adoption of information technology enabled services in proposed smart cities of India. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 9(2), 189-209. <https://doi.org/10.1108/jstpm-03-2017-0008>

- Chourabi, H. (2012). "Understanding Smart Cities: An Integrative Framework," 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, HI, 2012, pp. 2289-2297, doi: 10.1109/HICSS.2012.615
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] y Agencia Alemana de Cooperación Internacional y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania [BMZ] (2017). La gestión y manejo de residuos sólidos y sus propuestas regulatorias e impositivas. Santiago: NU. CEPAL. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11362/45252>
- Circular Amsterdam (2018). A vision and action agenda for the city and metropolitan area. Recuperado de <http://icities4greengrowth.in/sites/default/files/casestudyfiles/2018-02/Report%20Circular%20Amsterdam.pdf>
- Cobarrubia, M. (2018), *Gestión de Residuos sólidos en Brasil*, Recuperado de <https://www.icex.es/icex/GetDocumento?dDocName=DOC2018804060&urlNoAcceso=/icex/es/registro/iniciar-sesion/index.html?urlDestino=https://www.icex.es:443/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/sectores/agroalimentarios/documentos/DOC2018804060.html&site=icexES>
- Dai, H.-N., Wong, R. C.-W., Wang, H., Zheng, Z., & Vasilakos, A. V. (2019). Big Data Analytics for Large-scale Wireless Networks. *ACM Computing Surveys*, 52(5), 1-36. <https://doi.org/10.1145/3337065>
- Dameri, R. P. (2013). Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTERS & TECHNOLOGY*, 11(5), 2544-2551. <https://doi.org/10.24297/ijct.v11i5.1142>
- Evans, A.M., Verga Matos, P., Santos, V., 2019. The state as a large-scale aggregator: statist neoliberalism and waste management in Portugal. *Contemp. Polit.* 25 (3), 353-372.
- Fan, Y. V., Jiang, P., Hemzal, M., & Klemeš, J. J. (2021). An update of COVID-19 influence on waste management. *Science of The Total Environment*, 754, 142014.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142014>

- Fataniya, B., Sood, A., Poddar, D., & Shah, D. (2019). Implementation of IoT Based Waste Segregation and Collection System. *International Journal of Electronics and Telecommunications*, vol. 65(No 4), 579-584.
- Flanagan, J., (2019). Innovative Trend: Smart Waste Management Systems. Recuperado de: <https://wasteadvantagemag.com/innovative-trend-smart-waste-management-systems/>
- GEO PERU (2020), *Reporte de Plataforma Nacional de Datos Georreferenciados* Geo Perú. <https://www.geoperu.gob.pe>
- Graziani, P. (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina. Caracas: CAF. Recuperado de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1247>
- Grobauer, B., Walloschek, T., & Stocker, E. (2011). Understanding Cloud Computing Vulnerabilities. *IEEE Security & Privacy Magazine*, 9(2), 50-57. <https://doi.org/10.1109/msp.2010.115>
- Haarstad, H., & Wathne, M. W. (2019). Are smart city projects catalyzing urban energy sustainability? *Energy Policy*, 129, 918–925.
- Gutierrez, J. M., Jensen, M., Henius, M., & Riaz, T. (2015). Smart Waste Collection System Based on Location Intelligence. *Procedia Computer Science*, 61, 120-127. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.170>
- Huang, Q., Rodriguez, K., Whetstone, N., Habel, S., 2019. Rapid Internet of Things (IoT) prototype for accurate people counting towards energy efficient buildings. *ITcon 24*, 1e13.
- Hutchinson, S. (2017). Big Data and Legislation on Competition. *Law. Journal of the Higher School of Economics*, 1, 216-245. <https://doi.org/10.17323/2072-8166.2017.1.216.245>
- Ikavalko, H., Turkama, P., Smedlund, A., 2018. Value creation in the internet of things: mapping business models and ecosystem roles. *Technol. Innovat. Manag. Rev.* 8

(3).

INEI (2019). *Provincia de Lima Compendio Estadístico 2018*.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf

India-ICT, Enabled integration for green growth projects (2018). Panaji, India.

Recuperado de <http://icities4greengrowth.in/city/panaji-india>

ITU 2005. The Internet of Things. ITU Internet Reports, 2005.

Recuperado de: <https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf>

Kannan, D., Mina, H., Nosrati-Abarghooee, S., & Khosrojerdi, G. (2020). Sustainable circular supplier selection: A novel hybrid approach. *Science of The Total Environment*, 722, 137936. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137936>

Kulkarni, B. N., & Anantharama, V. (2020). Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities. *Science of The Total Environment*, 743, 140693. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693>

Larios-Rosillo, V. M. (2015). Los retos de innovación a través de las tecnologías de información en las Smart Cities. *Bit & Byte*, año 1, no. 2(2), 30–35. <http://doi.org/http://hdl.handle.net/10915/50137>

Liang, T., Huang, C., Yeh, Y., & Lin, B. (2007). Adoption of mobile technology in business: a fit-viability model. *Industrial Management & Data Systems*, 107(8), 1154-1169. <https://doi.org/10.1108/02635570710822796>

Lim, C., Kim, K.-J., & Maglio, P. P. (2018). Smart cities with big data: Reference models, challenges, and considerations. *Cities*, 82, 86-99. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.011>

López-Bonilla, L. & López-Bonilla (2011). Los modelos de adopción de tecnologías de la información desde el paradigma actitudinal. *Cadernos EBAPE.BR*. 10.1590/s1679-39512011000100011

- Lopes, N. (2017). Smart governance: A key factor for smart cities implementation. 2017 IEEE International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC). doi:10.1109/icsgsc.2017.8038591
- Marques, P., Manfroi, D., Deitos, E., Cegoni, J., Castilhos, R., Rochol, J., Pignaton, E., & Kunst, R. (2019). An IoT-based smart cities infrastructure architecture applied to a waste management scenario. *Ad Hoc Networks*, 87, 200-208. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2018.12.009>
- Mell P. & Grance T., "The NIST Definition of Cloud Computing," presentation, US National Institute of Standards and Technology, 2011; <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final> (Q2)
- Municipalidad de la Victoria (2018). *Memoria Anual 2018*. Recuperado de https://www.munilavictoria.gob.pe/index.php/instrumentos-de-gestion?v=memorias_anuales
- Municipalidad Provincial de Piura (abril, 2019). *Piura da el primer paso a convertirse en Smart City*. [Comunicado de prensa]. Recuperado de: <http://www.munipiura.gob.pe/component/k2/item/4068-piura-da-el-primer-paso-a-convertirse-en-smart-city>
- Neirotti, P, De Marco,A., Cagliano, A., Mangano,G., Scorrano,F. (2014). "Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts." *Cities* 38 ,25-36, doi: 10.1016/j.cities.2013.12.010
- Nizetic, S., Djilali, N., Papadopoulos, A., & Rodrigues, J. J. P. C. (2019). Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management. *Journal of Cleaner Production*, 231, 565-591. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.397>
- NYC Smart Equitable City (2015), Building a Smart + Equitable City, September. Recuperado de: <http://icities4greengrowth.in/sites/default/files/casestudyfiles/2018-02/NYC%20Smart%20Equitable%20City%20-%20brochure.pdf>
- Omara,A. , Gulen,D., Kantarci,B., Oktug,S (2018). Trajectory-Assisted Municipal

- Agent Mobility: A Sensor-Driven Smart Waste Management System. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2224-2708/7/3/29>
- ONTSI (2015). Estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes. Recuperado de. https://transparencia.gob.es/transparencia/dam/jcr:49c89e9e-52e0-4bae-b9fd-d199f76b1779/Estudio_ciudades_inteligentes.pdf
- OEFA Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (02 febrero, 2018). *Ministerio del Ambiente identifica 92 distritos que requieren tomar acciones para mejorar el manejo de residuos sólidos*. [Comunicado de prensa]. Recuperado de: <https://www.oefa.gob.pe/ministerio-del-ambiente-identifica-92-distritos-que-requieren-tomar-acciones-para-mejorar-el-manejo-de-residuos-solidos/ocac06/>
- Pardini, K., Rodrigues, J. J. P. C., Diallo, O., Das, A. K., de Albuquerque, V. H. C., & Kozlov, S. A. (2020). A Smart Waste Management Solution Geared towards Citizens. *Sensors*, 20(8), 2380. doi: 10.3390/s20082380
- Park, K (2018). A Risk Management Model for Sustainable Smart City. *International Journal of Advanced Science and Technology* ,110, pp.23-32 <http://dx.doi.org/10.14257/ijast.2018.110.03>
- Peñaška, M., & Velas, A. (2019). Possibilities of tracking city indicators in the sense of the Smart city concept. *Transportation Research Procedia*, 40, 1525-1532. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.211>
- Peng, G. C. A., Nunes, M. B., & Zheng, L. (2016). Impacts of low citizen awareness and usage in smart city services: the case of London's smart parking system. *Information Systems and e-Business Management*, 15(4), 845-876. <https://doi.org/10.1007/s10257-016-0333-8>
- Pentzold, C., Brantner, C., & Fölsche, L. (2018). Imagining big data: Illustrations of “big data” in US news articles, 2010–2016. *New Media & Society*, 21(1), 139-167. <https://doi.org/10.1177/1461444818791326>
- Pieroni, A., Scarpato, N., Di Nunzio, L., Fallucchi, F., & Raso, M. (2018). Smarter City: Smart Energy Grid based on Blockchain Technology. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(1), 298. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.1.4954>

- Pollalis, Y. & Grant, J. H. (1994). Information resource and corporate strategy development. *Information strategy: The executive's Journal*, 11(1), 12-17.
- Rockart John F., Bullen Christine V. 1981. A Primer on critical success factors, Center for Information Systems Research, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.
- Sarc, R., Curtis, A., Kandlbauer, L., Khodier, K., Lorber, K. E., & Pomberger, R. (2019). Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy oriented waste management – A review. *Waste Management*, 95, 476-492. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.035>
- Seunghwan, M., Yuseok,J., Eunuk, L. (2018). A Study on Determinant Factors in Smart City Development: An Analytic Hierarchy Process Analysis. *Sustainability* 2018, 10, 2606; doi:10.3390/su10082606
- Shah, J., Kothari, J., & Doshi, N. (2019). A Survey of Smart City infrastructure via Case study on New York. *Procedia Computer Science*, 160, 702-705. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.024>
- Shamshiry, E., Nadi, B., Bin Mokhtar, M., Komoo, I., Saadiah Hashim, H., & Yahaya, N. (2011). Integrated Models for Solid Waste Management in Tourism Regions: Langkawi Island, Malaysia. *Journal of Environmental and Public Health*, 2011, 1-5. <https://doi.org/10.1155/2011/709549>
- Sharma, M., Joshi, S., Kannan, D., Govindan, K., Singh, R., & Purohit, H. C. (2020). Internet of Things (IoT) adoption barriers of smart cities' waste management: An Indian context. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122047. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122047>
- Shayan, S., Kim, K. P., Ma, T., & Nguyen, T. H. D. (2020). The First Two Decades of Smart City Research from a Risk Perspective. *Sustainability*, 12(21), 9280. <https://doi.org/10.3390/su12219280>
- Simon, P. (1997). PRAM Project Risk Analysis and Management Guide-Association for Project Management. High Wycombe, UK.
- Simonofski, A., et al., "Citizen Participation in Smart Cities", Proceedings - 2017 IEEE

19th Conference on Business Informatics, CBI 2017, vol. 1, pp. 227-236, DOI: 10.1109/CBI.2017.21, 2017

Smart City (setiembre, 2018). *Heroica Smart, proyecto de Ciudad Inteligente en Tacna*. [Comunicado de prensa]. Recuperado de: <https://smart-cities.pe/proyecto-smart-city-tacna/>

Smart Cities Council (2018). How Santander, Spain is using sensors to tackle Waste. Recuperado de <https://eu.smartcitiescouncil.com/article/how-santander-spain-using-sensors-tackle-waste>

Sweeping Industry News Bulletin (2019). San Francisco Deems Nordsense Intelligent Waste Bin Sensors a Success. Recuperado de <http://www.worldsweeper.com/Industry/Nordsense9.19.html>

Tang, T., & Ho, A. T.-K. (2019). A path-dependence perspective on the adoption of Internet of Things: Evidence from early adopters of smart and connected sensors in the United States. *Government Information Quarterly*, 36(2), 321-332. doi: 10.1016/j.giq.2018.09.010

Terraza, H., Rubio Blanco, D., Vera, F., (2016). De ciudades emergentes a ciudades sostenibles. Santiago: BID. Recuperado de <https://publications.iadb.org/es/de-ciudades-emergentes-ciudades-sostenibles>

Umachandran, K., Corte, V., Amuthalakshmi, P., James, D., Said, M. M., Sawicka, B., Gaudio, G., Mohan, T., Refugio, C., Aravind, V., & Jurcic, I. (2019). Designing learning-skills towards industry 4.0. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 11(2), 150-161. <https://doi.org/10.18844/wjet.v11i2.4147>

Ustohalova V (2011) Management and Export of Wastes: Human Health Implications. In *Encyclopedia of Environmental Health*, p. 603–611

Veselitskaya, N., Karasev, O., & Beloshitskiy, A (2019). DRIVERS AND BARRIERS FOR SMART CITIES DEVELOPMENT. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 14(1), 85-110. Retrieved October 7, 2020, from <https://www.jstor.org/stable/26590931>

Vidiasova L., Cronemberger F., Vidiasov E. (2019) Risk Factors in Smart City

- Development in Russia: A Survey. In: Chugunov A., Misnikov Y., Roshchin E., Trutnev D. (eds) *Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia*. EGOSE 2018. *Communications in Computer and Information Science*, vol 947. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13283-5_3
- Wang, M., Zhou, T., & Wang, D. (2020). Tracking the evolution processes of smart cities in China by assessing performance and efficiency. *Technology in Society*, 63, 101353. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101353>
- Waste Smart Cities. *Down To Earth*. (2016),31, pp 1-15.
- WeGO, The World Smart Sustainable Cities Organization (2017). *Feasibility Study 2017: Implementing Smart Waste Management System in La Marsa, Tunisia*. Recuperado de http://we-gov.org/wp-content/uploads/2018/07/WeGO-Smart-Sustainable-City-Feasibility-Study-Program_2017-La-Marsa-Tunisa.pdf
- Xulong L., Xujin P. & Xiaohua H, (2020). Sustainable smart waste classification and collection system: A bi-objective modeling and optimization approach. *Journal of Cleaner Production*, vol. 276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124183>
- Yu, Y., Hu, L., & Chu, J. (2020). A Secure Authentication and Key Agreement Scheme for IoT-Based Cloud Computing Environment. *Symmetry*, 12(1), 150. <https://doi.org/10.3390/sym12010150>
- Yukalang, N., Clarke, B. & Ross, K. (2017) Barriers to Effective Municipal Solid Waste Management in a Rapidly Urbanizing Area in Thailand *Int. J Environ Res Public Health*. 2017 Sep; 14(9): 1013. Published online 2017 Sep 4. doi: 10.3390/ijerph14091013.
- Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 28, 409–423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Zeb, A., Ali, Q., Saleem, M. Q., Awan, K. M., Alowayr, A. S., Uddin, J., Iqbal, S., & Bashir, F. (2019). A Proposed IoT-Enabled Smart Waste Bin Management System and Efficient Route Selection. *Journal of Computer Networks and Communications*, 2019, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2019/7043674>

Zhang, A., Venkatesh, V. G., Liu, Y., Wan, M., Qu, T., & Huisingh, D. (2019). Barriers to smart waste management for a circular economy in China. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118198. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118198>

Zhang, L.-P., & Zhu, Z.-P. (2020). Can Smart Waste Bins Solve the Dilemma of Household Solid Waste Sorting in China? A Case Study of Fuzhou City. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(5), 3943-3954. <https://doi.org/10.15244/pjoes/115868>